

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dibagi menjadi tiga fase yaitu fase vegetatif yang berlangsung mulai perkecambahan sampai dengan inisiasi malai, tahap reproduksi yang berlangsung dari inisiasi malai sampai berbunga, dan yang terakhir yaitu fase pematangan yang berlangsung dari pembungaan hingga tanaman dewasa penuh (De Datta, 1981).

Terdapat sedikit perbedaan pada varietas padi berumur panjang dan berumur pendek berkaitan dengan lama masing-masing fase pertumbuhan. Pada fase atau stadia vegetatif, varietas padi berumur pendek selama 55 hari dan padi berumur panjang sekitar 85 hari. Stadia reproduktif untuk padi berumur pendek selama 35 hari dan padi berumur panjang sekitar 35 hari. Pada stadia pemasakan atau pembentukan gabah, padi berumur pendek maupun panjang memiliki waktu sekitar 30 hari.

Ketiga stadia pertumbuhan tanaman padi tersebut apabila dijelaskan lebih rinci lagi terbagi menjadi 10 stadia. Stadia 0 dimulai dari perkecambahan sampai tumbuhnya daun pertama memakan waktu sekitar 3 hari. Stadia 1 disebut juga stadia bibit yaitu dimulai setelah tumbuhnya daun pertama sampai terbentuknya anakan pertama, waktunya sekitar 3 minggu, atau sampai umur 24 hari. Stadia 2 atau stadia anakan, ketika jumlah anakan semakin bertambah sampai batas maksimum, lamanya sampai 2 minggu, atau saat padi berumur 40 hari. Stadia 3 disebut sebagai stadia perpanjangan batang, lamanya sekitar 10 hari, yaitu sampai terbentuknya bulir, saat padi berumur 52 hari. Stadia 4 dimulai saat bulir terbentuk lamanya sekitar 10 hari, atau sampai padi berumur 62 hari. Stadia 5 atau perkembangan bulir, lamanya sekitar 2 minggu, saat padi sampai berumur 72 hari. Lalu bulir tumbuh sempurna sampai terbentuknya biji. Stadia 6 ; pembungaan, lamanya 10 hari, saat mulai muncul bunga, polinasi, dan fertilisasi. Stadia 7 atau stadia biji berisi cairan menyerupai susu, bulir kelihatan berwarna hijau, lamanya sekitar 2 minggu, yaitu padi berumur 94 hari. Stadia 8 dimulai ketika biji yang lembek mulai mengeras dan berwarna kuning, sehingga seluruh pertanaman kelihatan kekuning-kuningan. Lama stadia ini sekitar 2 minggu, saat tanaman

berumur 102 hari. Stadia 9 disebut stadia pemasakan biji, biji berukuran sempurna, keras dan berwarna kuning, bulir mulai merunduk, lama stadia ini sekitar 2 minggu, sampai padi berumur 116 hari (De Datta, 1981).

2.2 Pola Tanam SRI (*System of Rice Intensification*)

SRI adalah suatu metode atau cara penanaman padi. SRI merupakan kependekan dari *System of Rice Intensification* atau *le Systéme de Riziculture Intensive*. Pola tanam padi SRI telah menunjukkan hasil yang menjanjikan pada semua varietas padi baik varietas lokal maupun varietas unggul baru diberbagai negara. Langkah awal yang mendasar untuk menuju kesuksesan dengan pola tanam SRI adalah untuk berfikir mengenai tanaman padi dengan pola atau jalan yang baru dan berbeda dengan yang biasanya ada dalam pemikiran petani.

Pola tanam SRI dikembangkan oleh Fr. Henri de Laulanié, S.J di Madagaskar bersama para petani lain disana. Tujuan pengembangan pola tanam ini adalah untuk meningkatkan kualitas hidup dan keamanan hidup bagi semua rakyat di Madagaskar yang tergantung kepada tanah untuk penghidupannya. SRI sudah membantu beratus-ratus petani di Madagaskar untuk sedikitnya melipatgandakan hasil panen mereka (Suiatna, 2010).

Teknik budidaya SRI di Indonesia pertama kali dilaksanakan pada musim kemarau 1999 dengan hasil 6,2 ton.ha⁻¹ dan pada musim hujan 1999/2000 menghasilkan padi rata-rata 8,2 ton.ha⁻¹ (Uphoff, 2002; Sato, 2007). Terdapat beberapa komponen penting yang harus diperhatikan dalam budidaya padi SRI. Komponen-komponen itu terletak pada pengelolaan bibit, penanaman, pengelolaan air, dan pengelolaan gulma. Penyemaian bibit untuk metode SRI hanya dilakukan selama 7 hari. Secara umum SRI menganjurkan untuk menanam bibit muda saat berumur 8-15 hari. Transplantasi bibit muda ditujukan untuk mengurangi guncangan dan meningkatkan kemampuan tanaman dalam memproduksi batang dan akar selama pertumbuhan vegetatif. Selain itu juga agar mendapatkan jumlah anakan dan pertumbuhan akar maksimum.

Bibit padi SRI ditanam hanya satu per lubang tanam. Hal ini ditujukan agar tanaman tidak bersaing terlalu ketat untuk memperoleh ruang tumbuh, cahaya, dan unsur hara yang terdapat di tanah sehingga sistem perakaran menjadi

lebih baik. Jarak tanam pada budidaya padi SRI lebih lebar apabila dibandingkan dengan budidaya padi konvensional. SRI menganjurkan jarak tanam minimal 25 x 25 cm agar akar tanaman tidak berkompetisi dan mempunyai ruang yang cukup untuk berkembang.

Kondisi tanah yang baik untuk budidaya padi SRI adalah tetap lembab tetapi tidak tergenang air. Metode pengairan yang digunakan adalah irigasi berselang. Pemeliharaan tanaman yang harus sangat diperhatikan dalam metode SRI adalah pendangiran atau penyiangan gulma. Gulma menjadi masalah yang harus diperhatikan dalam sistem SRI karena jarak tanam yang lebar dan sawah yang tidak selalu tergenang memungkinkan gulma untuk tumbuh dengan pesat, sehingga penyiangan 2-3 kali menjadi rekomendasi dalam sistem SRI. Budidaya padi SRI menganjurkan pemakaian bahan organik (kompos) untuk memperbaiki struktur tanah agar padi dapat tumbuh dengan baik dan kebutuhan hara tanaman dapat tercukupi (Berkelaar, 2001; Kuswara, 2003; Wardana, Juliardi, Sumedi, dan Setajie, 2005; Uphoff, 2002, Fernandes dan Uphoff dalam Wardana *et al.*, 2005; Rochaedi, 2002; Prayatna, 2007).

2.3 Sistem Irigasi Berselang (*Intermittent Irrigation*)

Dalam beberapa tahun terakhir terjadi fenomena yang dikenal dengan perubahan iklim global. Iklim global telah berubah sejalan dengan adanya aktivitas manusia. Salah satu dampak yang terjadi adalah semakin terbatasnya sumber daya air ataupun menurunnya kualitas sumber daya air. Sumber daya air yang ada semakin terbatas, sementara tanaman tidak bisa hidup tanpa air, karena itulah diperlukan suatu strategi agar penghematan air dapat dilakukan tetapi tidak mengurangi produktivitas lahan.

Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi fenomena perubahan iklim global adalah dengan pengelolaan tanaman terpadu (PTT). Terdapat beberapa poin yang dapat dilakukan pada konsep PTT yaitu penggunaan varietas unggul baru, penggunaan benih yang bermutu, penanaman bibit muda dengan penanaman tunggal (1 bibit per lubang tanam), pemberian bahan organik ke dalam tanah, sistem pengairan berselang, pemupukan spesifik lokasi, pengendalian organisme

pengganggu tanaman (OPT) secara terpadu (PHT), dan penanganan panen dan pasca panen yang tepat.

Sistem irigasi berselang atau *intermittent irrigation* adalah suatu konsep penghematan penggunaan air melalui pengaturan kondisi air di lahan. Pada irigasi berselang, lahan diatur pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian sesuai dengan kondisi lahan dan fase pertumbuhan. Kondisi lahan harus diperhatikan berkaitan dengan sumber air yang digunakan. Air diberikan 1 hari basah dan 5 hari dikeringkan, kecuali pada saat pembungaan dan pemasakan biji (BPTP Sumut, 2004).

Terdapat beberapa manfaat dari penerapan irigasi berselang yaitu memberi kesempatan bagi akar untuk mendapatkan kondisi aerasi yang baik untuk pengembangan akar dan pembentukan anakan, mencegah keracunan Fe pada tanaman padi, mencegah penimbunan asam organik yang dapat menghambat pertumbuhan akar, menaikkan temperatur tanah sehingga dapat mengaktifkan mikroba yang bermanfaat, membatasi perpanjangan ruas batang sehingga tanaman tidak mudah rebah, mengurangi jumlah anakan tidak produktif, dan menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat masa panen (Suyanto *et al.*, 2007 dan BPTP Jabar 2004).

2.4 Kebutuhan Air Tanaman Padi

Air dalam pertanian merupakan kebutuhan pokok dan harus terpenuhi dalam setiap kebutuhan tanaman, khususnya padi dan lahan sawah. Pada budidaya padi, pemberian air mempunyai 3 tujuan yaitu pemberian air untuk penjemuran dan pengolahan tanah, kebutuhan air untuk persemaian, dan kebutuhan air untuk pertumbuhan (Ariyanto, 2008). Padi bukan tanaman air (akuatik) tetapi padi adalah tanaman yang sangat membutuhkan air terutama pada fase pemasakan.

Kebutuhan air untuk tanaman padi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan air tanaman padi (liter/detik/ha)} = \frac{\text{Jumlah Pemberian Air}}{\text{Umur Padi} \times 24 \times 3600} \text{ liter/detik}$$

(Rohmat, 2007)

Hasil percobaan Juliardi dan Ruskandar (2006) menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk padi sawah sebanyak 0,74-1,21 liter/detik/Ha atau 6,39-10,37

mm/hari/Ha. Kebutuhan air terbanyak terletak pada saat persiapan lahan sampai tanam dan memasuki fase bunting sampai pengisian bulir padi. Pada saat pengolahan tanah sampai dengan masa tanam (30 hari) dibutuhkan 20% dari total kebutuhan air untuk padi sawah dan fase bunting sampai dengan pengisian bulir (15 hari) mengonsumsi air sebanyak 35%. Efisiensi penggunaan air dapat dilakukan dengan irigasi berselang yang dimulai pada saat padi berumur 14 hari sampai periode bunting.

2.5 Respon Tanaman Padi Terhadap Kelebihan Air

Faktor-faktor abiotik yang ada di alam dapat menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satu faktor abiotik yang sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah kondisi kelebihan air dalam tanah. Seperti sudah disebutkan bahwa tanaman padi bukan tanaman air (akuatik) tetapi tanaman padi adalah tanaman yang sangat membutuhkan air dan pada umumnya dapat tumbuh pada lingkungan yang tergenang. Namun hal ini tanpa disadari dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi.

Penggenangan pada lahan sawah dapat menyebabkan berbagai perubahan sifat kimia, fisiko-kimia, dan biologi tanah yang mempengaruhi penyediaan dan pengambilan hara oleh padi sawah (Hardjowigeno dan Rayes, 2005). Penggenangan dapat menyebabkan pori tanah penuh terisi oleh air sehingga konsentrasi oksigen di sekitar akar menjadi berkurang karena tanah jenuh oleh air (Aini, Mapfumo, Rengel, dan Tang, 2012). Hal ini yang menyebabkan adanya perubahan kimia karena adanya proses reduksi-oksidasi secara biologis. Oksigen dalam air tergenang dapat dengan cepat digunakan oleh mikroorganisme tanah untuk berbagai reaksi kimia. Karena keadaan oksigen dalam tanah tergenang sedikit, maka terbentuk dua lapisan tanah yang berbeda yaitu lapisan oksidatif tipis dipermukaan tanah dimana nisbah suplai oksigen dan konsumsi oksigen dalam tanah lebih dari 1 (suplai O_2 : konsumsi O_2 $>$ 1) dan lapisan reduktif dibawah lapisan oksidatif dimana nisbah suplai oksigen dan konsumsi oksigen kurang dari 1 (suplai O_2 : konsumsi O_2 $<$ 1) yang berarti tidak dapat oksigen bebas dalam tanah (Watanabe dan Furasaka, 1980).

Tanaman yang tergenang menunjukkan gejala klorosis khas kahat unsur N. Kekahatan unsur N terjadi karena penurunan konsentrasi ketersediaan N atau penurunan penyerapan N oleh tanaman. Pada kondisi tergenang, ketersediaan N dalam bentuk nitrat sangat rendah karena proses denitrifikasi. Pada proses denitrifikasi nitrat diubah menjadi N_2 , NO, N_2O , atau NO_2 yang akan menguap ke udara. Pada proses ini pula nitrat digunakan oleh bakteri aerob sebagai penerima elektron dalam proses respirasi. Keadaan tanah tergenang mempunyai dampak negatif terhadap ketersediaan N tetapi mempunyai dampak positif terhadap ketersediaan unsur lain seperti P, K, Ca, Si, Fe, Mo, Ni, Zn, Pb, Co. Dampak positif ini terjadi karena unsur-unsur tersebut termasuk golongan unsur yang immobil atau tidak cepat hilang.

Tanaman yang tumbuh pada kondisi lingkungan normal mempunyai akar yang dapat kontak dengan oksigen dalam tanah pada tekanan parsial yang setara dengan gas di atmosfer. Penurunan konsentrasi oksigen akibat dari genangan disebut dengan kondisi hipoksia. Hipoksia adalah kondisi paling umum yang terjadi pada tanah basah dan terjadi selama genangan jangka pendek ketika akar terbenam dalam air tetapi tunas tetap berada di permukaan tanah. Hipoksia juga akan terjadi pada akar yang tumbuh dekat permukaan tanah dalam kondisi genangan jangka panjang (Sairam, 2008).

Kondisi lain yang terjadi pada lahan yang tergenang adalah anoksia. Anoksia adalah kondisi dimana oksigen sama sekali tidak tersedia di dalam tanah. Kondisi seperti ini terjadi pada tanah yang mengalami genangan dalam jangka waktu yang lama dan sebagian besar tanaman terbenam dalam air. Genangan jangka panjang seperti ini dapat mengganggu aktivitas mikroorganisme anaerob yang menggunakan elektron alternatif sebagai akseptor oksigen. Akibat yang terjadi adalah tanah cenderung mengakumulasi bentuk ion mineral yang bersifat fitotoksik seperti ion nitrit (yang terbentuk dari nitrat) dan ion besi yang bermuatan 3^+ (terbentuk dari besi 2^+) (Sairam, 2008).

2.6 Respon Tanaman Padi Terhadap Kekeringan

Cekaman kekeringan pada tanaman disebabkan oleh tidak tersedianya air bagi pertumbuhan tanaman. Persediaan air yang tidak memadai merupakan

pembatas utama untuk pertumbuhan tanaman (Ludlow, 1993). Tingkat kerugian yang dialami oleh tanaman akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor antara lain pada saat tanaman kekurangan air, intensitas kekurangan air, serta durasi atau lamanya kekurangan air (Nio dan Kandou, 2000). Respon pertama yang dapat diamati pada tanaman yang kekurangan air adalah penurunan konduktansi stomata yang disebabkan oleh tenaga turgor yang berkurang. Hal ini dapat menyebabkan laju transpirasi berkurang, dehidrasi jaringan, dan pertumbuhan organ menjadi lambat, sehingga luas daun yang terbentuk menjadi berkurang. Kekeringan pada tanaman dapat menyebabkan penutupan stomata, sehingga mengurangi pengambilan CO₂ dan menurunkan bobot kering (Lawlor, 1993).

Dalam siklus hidup tanaman mulai dari perkecambahan sampai panen, tanaman selalu membutuhkan air. Tidak satupun proses metabolisme tanaman dapat berlangsung tanpa air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap oleh akar tanaman sangat bergantung pada kadar air dalam tanah yang ditentukan oleh kemampuan partikel tanah menahan air dan kemampuan akar untuk menyerapnya.

2.7 Hubungan Antara Waktu Penggenangan dan Pengeringan Lahan Sawah

Tanah memegang peranan penting dalam proses pertumbuhan tanaman karena tanah merupakan media tanam. Selain berfungsi sebagai media tanam, tanah juga berfungsi sebagai penyedia unsur hara dan penyedia air bagi tanaman. Pada budidaya padi, media tanam tanah yang digunakan pada umumnya adalah tanah yang jenuh air yang disebut dengan tanah sawah atau dalam skala luas disebut lahan sawah.

Penggunaan lahan sawah untuk budidaya padi di Indonesia selama ini dilakukan dengan cara menggenangi lahan secara terus menerus selama proses budidaya sampai beberapa minggu sebelum panen. Pada beberapa minggu sebelum panen lahan akan dikeringkan, para petani hanya beralasan bahwa

pengeringan lahan ditujukan agar memudahkan pada saat proses panen. Hal yang seharusnya diketahui bahwa lahan padi tidak perlu digenangi secara terus menerus, karena tanaman padi bukan tanaman air (akuatik) tetapi tanaman padi adalah tanaman yang sangat membutuhkan air. Terdapat beberapa hubungan antara waktu penggenangan dan pengeringan lahan sawah, terutama berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, proses dekomposisi bahan organik, aktifitas mikroorganisme dalam tanah, serta kondisi porositas dan permeabilitas tanah.

Penggenangan lahan sawah setelah proses pengolahan lahan akan memberikan konsekuensi perubahan fisikokimia tanah. Perubahan kimia akibat penggenangan sangat mempengaruhi dinamika dan ketersediaan hara dalam tanah. Perubahan kondisi kimia tanah berkaitan erat dengan proses reduksi-oksidasi (redoks). Lahan yang tergenang akan menjadi lahan reduksi. Perubahan kimia dan elektrokimia tanah dalam keadaan tergenang yang penting adalah berkurangnya oksigen dalam tanah, turunnya nilai potensial reduksi-oksidasi, reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dan Mn^{4+} menjadi Mn^{2+} , reduksi NO_3^- dan NO_2^- menjadi NH_4^+ , N_2 , dan N_2O , peningkatan ketersediaan fosfat (P), silikon (Si), dan molibdenum (Mo), menurunkan hara seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang larut, dan akan merangsang terbentuknya senyawa karbon dioksida, metan, dan senyawa beracun seperti asam organik dan sulfida hidrogen (Setyorini dan Abdulrachman, 2009).

Untuk menanggulangi keracunan pada tanaman akibat reduksi beberapa ion dalam tanah, maka dilakukan upaya irigasi berselang atau pengairan terputus. Irigasi berselang dapat mengurangi keracunan besi pada lahan sawah. Perlakuan pengairan terputus dapat mengurangi laju reduksi Fe^{2+} dan Mn^{2+} yang meracuni tanaman. Namun demikian penerapan pengairan terputus di lapangan harus hati-hati karena selain Fe dan Mn yang tercuci, ada kation basa seperti Ca, Mg, K, dan N juga ikut tercuci (Hartatik, Widowati, dan Sulaeman, 1997; Widowati, Nursyamsi, dan Adiningsih, 1997).

Pada kondisi tanah tergenang maka kadar oksigen dalam tanah dapat menurun drastis sampai titik nol dalam waktu kurang dari sehari (Sanchez, 1993). Kadar oksigen menurun drastis karena semua pori tanah baik pori makro maupun mikro akan terisi penuh oleh air dan berdampak pada menurunnya kemampuan permeabilitas atau kemampuan tanah dalam melalukan air. Kondisi seperti ini

tidak baik bagi aktivitas mikroorganisme tanah dan akan berdampak pula pada laju dekomposisi bahan organik. Karena oksigen didesak keluar oleh air maka proses dekomposisi akan berlangsung secara anaerob (Hartatik, Sulaeman, dan Kasno, 2004). Dalam keadaan yang tergenang, mikroorganisme anaerob menjadi aktif, bahan organik akan terdekomposisi lebih lambat dan kurang sempurna (Setyorini *et al.*, 2009). Maka dari itu diperlukan pengeringan lahan agar oksigen dapat masuk kembali ke dalam pori tanah. Pada tanah yang aerob (tanah yang mempunyai kadar oksigen yang cukup), oksigen dari udara cukup tersedia untuk memenuhi aktivitas mikroorganisme dan tanaman. Apabila tanah sawah mempunyai periode pengeringan maka mikroorganisme aerob akan aktif dalam mendekomposisi bahan organik sehingga laju dekomposisi bahan organik menjadi lebih tinggi dan mempunyai hasil yang lebih sempurna.

Pengeringan selama 6 dan 9 hari pada 30 hari setelah tanam dapat meningkatkan hasil gabah sebesar dua sampai 3 kali lipat dibandingkan tanpa pengeringan. Pengeringan lahan dapat mengurangi pengaruh keracunan besi. Keracunan besi dapat dikurangi karena dalam proses pengeringan oksigen akan masuk ke dalam tanah dan dapat menurunkan kelarutan besi fero dan memperbaiki aerasi tanah, sehingga ketersediaan beberapa unsur hara meningkat dan perkembangan akar menjadi lebih baik (Hartatik *et al.*, 2004).

