I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kekeringan merupakan persoalan yang berdampak luas di bidang pertanian, seperti penurunan produksi pangan yang akan mengganggu ketahanan pangan dan stabilitas perekonomian nasional. Kekeringan adalah keadaan kekurangan pasokan air pada suatu daerah dalam masa yang panjang. Kondisi ini disebabkan oleh rendahnya curah hujan secara terus-menerus, atau tanpa hujan dalam periode yang panjang. Musim kemarau panjang, misalnya, dapat menyebabkan kekeringan, karena cadangan air tanah habis akibat penguapan (evaporasi), transpirasi, atau penggunaan lain oleh manusia secara terus menerus.

Menurut Tao *et al*., (2006) Perubahan iklim menjadi salah satu penyebab terjadinya kekeringan yang dapat mengurangi hasil dan kualitas hasil padi yang rentan kekurangan air. Kekeringan diawali dengan berkurangnya jumlah curah hujan di bawah normal pada satu musim. Kejadian ini adalah indikasi pertama terjadinya kekeringan yang disebut kekeringan meteorologis. Selanjutnya adalah berkurangnya pasokan air permukaan dan air tanah, yang disebut kekeringan hidrologis. Kekeringan hidrologis menyebabkan kandungan air tanah berkurang sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Kondisi ini disebut kekeringan pertanian.

Kekeringan dalam bidang pertanian adalah kekeringan yang terjadi di lahan pertanian yang sedang dibudidayakan dengan tanaman padi, jagung, kedelai, dan lain-lain. Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air tidak memenuhi kebutuhan tanaman dan evapotranspirasi yang berlebihan atau kombinasi keduanya. Tingkat kerentanan lahan pertanian terhadap kekeringan

cukup bervariasi antar wilayah, terutama di beberapa wilayah di Sumatera dan Jawa. Dari 5,14 juta ha lahan sawah, 74 ribu ha di antaranya sangat rentan dan sekitar satu juta ha rentan terhadap kekeringan. Kekeringan yang lebih luas terjadi pada tahun-tahun El Nino, dimana luas pertanaman padi yang mengalami kekeringan pada periode 1989-2006 lebih dari 2.000 ha per kabupaten, antara lain di Pantai Utara Jawa Barat, terutama di Indramayu, sebagian Pantai Utara Nangoe Aceh Darussalam, Lampung, Kalimantan Timur, Sulawesi Barat, Kalimantan Selatan, dan Lombok (Balitbangtan, 2011).

Karakter morfologi yang berhubungan dengan cekaman kekeringan adalah ukuran tajuk, seperti jumlah anakan sedikit, pembuangan tertunda dan pengurangan jumlah anakan produktif (Sulistyono *et al*., 2011). Penurunan bobot tanaman berkaitan dengan penurunan jumlah daun dan gangguan pada proses pembelahan sel (Sikuku *et al.,* 2010). Rahayu *et al*. (2005) menyatakan cekaman kekeringan menghambat pertumbuhan tunas yang ditunjukkan oleh menurunnya pertambahan tinggi tunas, jumlah akar utama, dan jumlah daun.

Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan berusaha melakukan perubahan-perubahan fisiologis sebagai bentuk adaptasi. Salah satu bentuk adaptasi tersebut adalah kemampuan tanaman mempertahankan tekanan turgor atau penyesuaian osmotic (Khaerana *et al*., 2009). Tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan menunjukan gejala daun menggulung dan mengering. Gejala tersebut mengidikasikan bahwa daun tidak dapat melakukan aktivitas metabolisme secara normal, juga tidak dapat menyerap hara dan terhambatnya pembentukan klorofil daun (Banyo *et al.,* 2013).

1.2. Tujuan Penelitian

Untuk memperoleh informasi karakter morfologi, anatomi dan fisiologi beberapa genotipe padi ladang dengan cekaman kekeringan.

1.3. Hipotesis Penelitian

Ada perbedaan karakter morfologi, anatomi, dan fisiologi beberapa genotipe padi ladang dengan cekaman kekeringan.

1.4. Kegunaan Penelitian

1. Sebagai bahan informasi dan pengetahuan bagi pengembangan tanaman padi ladang.
2. Sebagai salah satu syarat untuk menyusun skripsi di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Padi Ladang

Tanaman padi termasuk golongan tanaman *gamineae* atau rerumputan, yang ditandai dengan batang yang tersusun dari beberapa ruas.

Klasifikasi tanaman padi yaitu :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Poales

Famili : Poaceae

Genus : Oryza

Spesies *: Oryza sativa* L.

2.2. Morfologi Tanaman Padi

2.2.1. Akar

Tanaman padi memiliki akar yang berfungsi untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, kemudian diangkut kebagian atas tanaman. Akar tanaman padi dibedakan lagi menjadi akar tunggang, yaitu akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah. Akar serabut yaitu akar yang tumbuh setelah padi berumur 5-6 hari dalam akar padi terdapat akar halus yaitu akar yang kerluar dari akar primer tanaman padi dan merupakan saluran pada kulit akar yang berada diluar, serta berfungsi sebagai pengisapan air dan zat makanan. Akar tajuk yaitu akar yang tumbuh dari ruas batang rendah (Mubaroq, 2013).

2.2.2. Batang

Tanaman padi memiliki batang yang tersusun atas rangkaian ruas-ruas. Antara ruas satu dengan ruas yang lainnya dipisah oleh buku. Ruas batang padi memiliki rongga di dalamnya yang berbentuk bulat. Ruas batang dari atas ke bawah semakin pendek. Pada tiap-tiap buku terdapat sehelai daun. Di dalam ketiak daun terdapat kuncup yang tumbuh menjadi batang. Pada buku yang terletak paling bawah, mata-mata ketiak yang terdapat antara ruas batang dan daun, tumbuh menjadi batang sekunder yang serupa dengan batang primer. Batang-batang sekunder ini akan menghasilkan batang-batang tersier dan seterusnya, peristiwa ini disebut pertunasan. Tinggi tanaman padi dapat digolongkan dalam kategori rendah 70 cm dan tertinggi 160 cm. Adanya perbedaan tinggi tanaman pada suatu varietas disebabkan oleh pengaruh lingkungan (Wati, 2015).

2.2.3. Daun

Tanaman padi memiliki daun berbentuk pita, terdiri dari pelepah dan helai daun. Pada perbatasan antara kedua bagian tersebut terdapat lidah dan di sisinya terdapat daun telinga. Daun yang keluar terakhir disebut daun bendera. Tepat didaun bendera berada, timbul ruas yang menjadi malai yang terdiri atas sekumpulan bunga. Daun yang terakhir keluar dari batang membungkus malai atau bunga padi pada saat fase generatif (bunting), dikelompokan menjadi 4 yaitu 1. Tegak kurang dari (30^0), 2. Agak tegak sedang (45^0), 3. Mendatar (90^0), 4. Terkulai ($>90^0$) (Suharno *dkk*, 2010).

2.2.4. Bunga

Tanaman padi memiliki bungan secara keseluruhan disebut malai, tiap unit bunga pada malai dinamakan *spikelet*. Bunga tanaman terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik dan benang sari serta beberapa organ lainnya yang bersifat inferior. Tiap unit bunga padi adalah floret yang bunga pada malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan cabang skunder (Windi, 2016).

2.2.5. Malai

Malai adalah sekumpulan bunga padi (spikelet) yang keluar dari buku paling atas. Bulir-bulir pada terletak pada cabang pertama dan cabang kedua, sedangkan sumbu utama malai adalah ruas buku yang terakhir pada batang. Panjang malai tergantung pada varietas padi yang ditanam dan cara bercocok tanam. Panjang malai dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu malai pendek kurang dari 20 cm, malai sedang antara 20-30 cm dan malai panjang lebih dari 30 cm (Mubaroq, 2013).

2.2.6. Buah

Buah tanaman padi tersebut dengan gabah dimana lembaganya (endosperm) dari sebutir buah yang erat berbalutkan oleh kulit ari. Lembaga yang kecil itu menjadi bagian yang tidak ada artinya. Beras yang dianggap baik kualitasnya adalah beras yang butir besar panjang dan berwarna putih jernih serta mengkilat. Biji padi setelah masak dapat tumbuh, akan tetapi kebanyakan baru beberapa waktu sesudah dituai (4-6 minggu). Gabah yang kering tidak akan kehilangan kekuatan tumbuhnya selama 2 tahun apabila disimpan secara baik. Bentuk panjang dan lebar gabah dikelompokan berdasarkan rasio antara panjang

dan lebar. Gabah dapat dikelompokan menjadi bulat (1,0 cm), agak bulat (1,1-2,0 cm), sedang (2,1-3,0 cm) dan ramping panjang (lebih dari 3,0 cm) (Wibowo, 2010).

2.3. Syarat Tumbuh

Ada 2 syarat tumbuh utama padi ladang adalah iklim dan keadaan tanahnya, serta interaksi antara keduanya.

2.3.1. Iklim

Yaitu pengaruh curah hujan, sinar matahari, kelembaban nisbi dan suhu serta kecepatan angin terhadap pertanaman (tumbuhan). Air yang dikandung dalam bentuk air kapiler, air terikat atau lapis air tanah, kesemuanya berasal dari air hujan, curah hujan yang sesuai untuk tanaman padi yaitu 1500-2000 mm/tahun. Sinar matahari merupakan sumber energi yang memungkinkan berlangsungnya fotosintesis pada daun, kemudian melalui respirasi energi tersebut dilepas kembali. Kelembaban nisbi mencerminkan defisit uap air di udara. Suhu berpengaruh terhadap proses fotosintesis, respirasi dan agitasi molekul-molekul air disekitar stomata daun. Suhu harian rata-rata 24-29^{0}C. Sehingga dapat dikatakan bahwa yang mempengaruhi laju transpirasi adalah kecepatan angin (Handoyo, 2008).

2.3.2. Tanah

Tekstur yang sesuai untuk pertanaman padi belum dapat ditentukan secara pasti. Pertanaman padi tidak dijumpai di lahan berkerikil lebih dari 35% volume. Pada tanah berpasir, berlempung kasar dan berdebu kasar sampai kedalaman 50 cm, jarang dijumpai pertanaman padi kecuali bila lapisan bawah bertekstur halus sehingga dapat menahan kehilangan air oleh perkolasi. Ketinggian tempat 0-1500

mdpl. Kelas drainase dari jelek sampai sedang. Tekstur tanah lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung berpasir. Kedalam akar >50 cm. KTK lebih dari sedang dan pH berkisar antara 5,5-7 kandungan N total lebih dari sedang, P sangat tinggi, K lebih dari sedang dan kemiringan 0-3% (Dinas Pertanian dan Kehutanan, 2000).

2.4. Cekaman Kekeringan dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman

Tanaman memiliki mekanisme beradaptasi dalam menghadapi cekaman biotik dan abiotik. Hal ini termasuk mekanisme fotosintesis, osmoregulasi, dan enzim antioksidan. Fotosintesis merupakan proses metabolisme mendasar tanaman untuk dapat beradaptasi pada kondisi tercekam (Liu *et al*., 2007). Kekurangan air mengakibatkan proses fisiologis maupun morfologis tidak normal, yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat atau terhenti. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap kekeringan adalah sebagai berikut:

1. Lolos dari kekeringan (drought escape atau escaping), berarti tanaman mampu mengatur plastisitas pertumbuhan atau menyelesaikan daur hidupnya sebelum mengalami kekeringan. Genotipe padi yang mampu meloloskan dari kekeringan karena memiliki umur berbunga yang pendek. Mekanisme morfofisiologis tanaman untuk menghindar dari cekaman kekeringan adalah dengan memanjangkan akarnya untuk mencari sumber air yang relatif jauh dari permukaan tanah pada saat terjadi cekaman kekeringan (Abdullah *et al.*, 2010).
2. Ketahanan terhadap kekeringan (actual drought resistance) dibagi menjadi dua, yaitu: a) Mekanisme pengelakan (drought avoidance), yaitu kemampuan tanaman untuk mempertahankan potensial air sel tetap tinggi, selaras dengan

semakin meningkatnya cekaman kekeringan, sehingga turgiditas sel tetap tinggi dengan cara mengurangi kehilangan air atau meningkatkan penyerapan air. Cara meningkatkan penyerapan air adalah memperdalam sistem perakaran. Genotipe padi yang avoidance kekeringan kemungkinan akan mengalami perubahan nisbah tajuk-akar. Penggulungan daun merupakan mekanisme penghindaran terhadap kekeringan (drought avoidance) yang berkaitan dengan penyesuaian laju transpirasi untuk mempertahankan potensial air daun tetap tinggi pada kondisi kekeringan (Tubur *et al.*, 2012). b) Mekanisme toleransi (drought tolerance) yaitu kemampuan tanaman melakukan penyesuaian osmotik sel, agar pada kondisi potensial air, sel yang menurun disebabkan oleh kekeringan, turgiditas tetap tinggi. Turgiditas sel dapat dipertahankan dengan meningkatkan potensial osmotik sel dengan meningkatkan kadar bahan larut di dalam sel.

Respon tanaman terhadap kekeringan berawal dari respon secara fisiologis yang merupakan serangkaian proses dalam tanaman, yang diikuti oleh perubahan secara morfologis baik, sebagai mekanisme ketahanan tanaman maupun dampak dari proses akibat cekaman kekeringan. Perubahan morfologis juga berdampak terhadap perubahan proses fisiologis lanjutan, sehingga terjadi saling pengaruh antarkeduanya. Perubahan-perubahan tersebut diekspresikan tanaman dalam bentuk pola pertumbuhan yang pada berpengaruh terhadap bobot biomasa, hasil dan komponen hasil tanaman.

Tanaman padi sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan. Kekurangan air akan mengganggu banyak fungsi seluler dalam tanaman dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan reproduksi tanaman (Bray, 2001). Respon tanaman

padi terhadap cekaman kekeringan bergantung pada tingkat keparahan kekeringan, waktu (fase tumbuh) terjadinya kekeringan (Kadir, 2011), dan genotipe (Castillo *et al*., 2006).

Tanaman merespon kekurangan air dengan mengurangi laju transpirasi untuk penghematan air. Kekurangan air pada daun akan menyebabkan sel-sel tanaman kehilangan turgor. Mekanisme yang dapat memperlambat laju transpirasi atau menurunkan dampak kehilangan air adalah dengan cara menutup stomata, dan memperkecil luas permukaan daun dengan penggulungan daun (Fischer and Fukai, 2003). Namun, penutupan stomata akan menghambat proses pertukaran CO2 dan O2 dari jaringan tanaman dengan atmosfer (Liu *et al*., 2004), sedangkan memperkecil luas permukaan daun akan memperkecil tangkapan radiasi surya, yang keduanya berdampak terhadap penurunan volume fotosintesis.

Pertumbuhan tanaman terjadi karena pembelahan, pembesaran, dan diferensiasi sel yang melibatkan unsur genetik, fisiologi, ekologi, dan morfologi serta interaksinya. Kualitas dan kuantitas pertumbuhan tanaman bergantung pada unsur tersebut, yang dipengaruhi oleh ketersediaan air (Farooq *et al.*, 2009). Pertumbuhan sel merupakan salah satu proses fisiologis yang sensitif terhadap kekeringan karena penurunan tekanan turgor (Taiz and Zeiger, 2006). Tanaman yang mengalami kekeringan parah menyebabkan pertumbuhan sel dihambat oleh gangguan aliran air dari xylem ke bagian-bagian yang lain (Nonami, 1998).

Cekaman kekeringan akan mengubah partisi asimilat antar organ tanaman. Pertumbuhan bagian atas tanaman lebih banyak berkurang dari pada bagian akar, karena bagian atas terjadi kekurangan air yang lebih besar. Nisbah akar dan bagian atas tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan akan meningkat,

walaupun bobot kering akar lebih rendah. Partisi asimilat yang lebih banyak ke arah akar merupakan respon tanaman terhadap cekaman kekurangan air. Asimilat tersebut digunakan untuk memperluas sistem perakaran dalam memenuhi kebutuhan transpirasi di bagian atas tanaman.

Menurut Akram *et al*. (2013), kekeringan menyebabkan laju fotosintesis menurun secara signifikan pada semua tahap pertumbuhan. Kekeringan yang terjadi pada fase inisiasi malai menurunkan volume fotosintesis sebesar 30,69% dan pada fase anthesis 28%. Perubahan fisiologis yang terjadi akibat kekeringan adalah terjadinya penurunan PAR (Photo synthetically active radiation), laju fotosintesis, tingkat transpirasi, konduktansi stomata, dan degadasi pigmen. Inisiasi malai merupakan fase paling penting terjadinya perubahan fisiologis. Kekeringan pada fase inisiasi malai menyebabkan terganggunya proses biokimia, fisiologis, dan penurunan aktivitas enzimatik dan degadasi pigmen klorofil. Karakter fisiologis yang berhubungan dengan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan adalah penurunan transpirasi dengan mengurangi jumlah stomata dan meningkatkan fotosintesis dengan cara meningkatkan kandungan klorofil (Oukarroum *et al.,* 2007).

Khaerana *et al.* (2008), menyatakan bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekeringan berusaha melakukan perubahan-perubahan fisiologi sebagai bentuk adaptasi. Salah satu bentuk adaptasi tersebut adalah kemampuan tanaman mempertahankan tekanan turgor atau penyesuaian osmotik. Tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan gejala daun menggulung dan mengering. Gejala ini mengindikasikan bahwa daun tidak dapat melakukan

aktivitas metabolisme secara normal, tidak dapat menyerap hara dan terhambatnya pembentukan klorofil daun (Banyo *et al.*, 2013).

Menurut Faroog *et al.* (2009), kekeringan pada beberapa spesies tanaman dapat menyebabkan perubahan pada rasio klorofil a/b dan kandungan karotenoid. Kandungan klorofil a dan klorofil b, serta rasio klorofil a/b juga dapat berbeda antar varietas. Menurut penelitian Maisura *et al.* (2014), kandungan klorofil a/b yang mengalami cekaman kekeringan lebih kecil (2,16) dibanding kontrol (3,29). Klorofil b berfungsi sebagai pengumpul cahaya dan mentrasfer ke pusat reaksi fotosintesis. Energi cahaya (foton) diubah menjadi energi kimia (ATP dan NADPH) yang kemudian digunakan dalam proses reduksi fotosintesis (Taiz and Zeiger, 2006). Dari penelitian Chutia dan Borah (2012) diketahui kekeringan menurunkan kandungan klorofil pada beberapa varietas padi yang diuji.

Tinggi tanaman, luas daun, dan bobot tanaman merupakan peubah pertumbuhan yang dapat dilihat dari pertambahan ukuran tanaman. Menurut Ndjiondjop *et al.* (2010) kekeringan berpengaruh terhadap tinggi tanaman, umur berbunga, dan hasil padi. Dampak yang ditimbulkan oleh kekeringan adalah berkurangnya perakaran, perubahan sifat daun (bentuk, lapisan epikutikula, warna), dan umur tanaman lebih panjang (Blum, 2002).

Kekeringan juga menurunkan jumlah anakan dan perubahan pola perakaran (Audebert *et al.*, 2013), jumlah daun per rumpun, dan luas daun (Zubaer *et al.*, 2007). Secara umum, cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan luas daun dibanding perkembangan biomas (Cabuslay *et al.*, 2002). Kekeringan pada fase vegetatif menurunkan kandungan air pada daun padi varietas Nerica yang kemungkinan disebabkan oleh hilangnya air melalui

evapotranspirasi (Sikuku *et al.,* 2012). Kekeringan pada fase vegetatif menghambat pertumbuhan daun dan akar, besar pengaruhnya tidak sama. Pertumbuhan daun menurun lebih besar dari pada pertumbuhan akar sehingga terjadi penurunan nisbah tajuk-akar.