I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Padi (*Oryza sativa* L.) atau yang biasa dikenal dengan tanaman padi merupakan tanaman budidaya yang sangat penting bagi manusia. Tanaman padi menjadi sumber bahan pangan utama bagi setiap orang dan hampir dari setengah penduduk dunia. Hampir seluruh penduduk Indonesia memenuhi kebutuhan bahan pangannya dari tanaman padi. Maka dari itu, tanaman padi bagi masyarakat di Indonesia dianggap sebagai bahan pangan yang paling penting bagi kehidupan sehari-hari (Ishaq *et al.*, 2017).

Adanya peningkatan jumlah penduduk yang diikuti oleh peningkatan permintaan pangan beras menjadi masalah utama yang dihadapi pemerintah dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan nasional (Listiana, 2017). Menurut Badan Pusat Statistika (2022) menyatakan bahwa luas panen padi pada tahun 2022, mencapai sekitar 10,45 juta hektar atau mengalami kenaikan sebanyak 40,87 ribu hektar (0,39%) dibandingkan pada tahun 2021. Sementara itu, produksi padi tahun 2022 yaitu sebesar 54,75 juta ton GKG.

Jika dikonversikan menjadi beras, produksi beras tahun 2022 mencapai sekitar 31,54 juta ton, atau naik sebesar 184,50 ribu ton (0,59%) dibandingkan dengan produksi beras tahun 2021. Kebutuhan beras di Indonesia belum terpenuhi karena kebutuhan konsumsi beras yang lebih besar dibandingkan produksi berasnya menyebabkan pemerintah harus melakukan impor beras ke negara lain agar kebutuhan konsumsi masyarakat Indonesia terpenuhi.

Upaya yang kini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan beras yang semakin meningkat adalah dengan cara impor beras dari negara lain. Besarnya impor beras dapat disebabkan oleh besarnya perubahan fungsi lahan dari pertanian ke non-pertanian. Selain itu, permasalahan yang terjadi akhir-akhir ini adalah perubahan cuaca yang tidak dapat di prediksi atau tidak menentu seperti musim kering yang lebih panjang, sehingga terjadi gagal panen atau gagal tanam. Permasalahan tersebut dapat di atasi dengan cara meningkatkan produksi padi per

satuan luas dengan salah satunya penggunaan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi (Lubis, 2018).

Kekeringan merupakan salah satu cekaman abiotik yang dapat menyebabkan penurunan hasil dan kualitas gabah padi (Pandey dan Bhandari, 2008). Kehilangan hasil disebabkan oleh cekaman kekeringan diperkirakan mencapai 58% (Ouk *et al.*, 2006). Oleh karena itu, menjadi tantangan bagi pemulia untuk merakit varietas padi toleran cekaman kekeringan sekaligus memiliki potensi hasil tinggi.

Oleh karena itu, perlu dikembangkan lagi varietas mana yang bisa toleran terhadap cekaman kekeringan. Padi memiliki tiga fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif, fase reproduktif dan fase pematangan (Makarim dan Suhartatik, 2009). Fase-fase pertumbuhan dan perkembangan merupakan fase kritis di mana tanaman mengalami cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan pada salah satu atau semua fase pertumbuhan dapat menurunkan hasil bahkan mengalami kegagalan panen.

Cekaman kekeringan akan mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman (Makarim dan Suhartatik, 2009). Salah satu varietas padi yang toleran cekaman kekeringan adalah varietas Inpari 42, sehingga varietas ini digunakan sebagai varietas pembanding. Dengan demikian penelitian ini mengambil judul “Deteksi Toleransi Genotipe Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Cekaman Kekeringan Pada Fase *Seedling*” diharapkan dari hasil penelitian ini dapat mengetahui galur padi mana yang tahan akan cekaman kekeringan pada fase *seedling*.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui genotipe padi mana yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada fase *seedling*.
2. Untuk mengetahui apakah konsentrasi PEG 20% menyebabkan cekaman kekeringan pada tanaman padi.

3. Untuk mengetahui apakah respon tanaman terhadap pemberian PEG dipengaruhi oleh genotipe yang digunakan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Padi (*Oryza sativa* L.) atau yang biasa dikenal dengan tanaman padi merupakan tanaman budidaya yang sangat penting bagi umat manusia. Tanaman padi menjadi sumber bahan pangan utama hampir dari setengah penduduk dunia. Tak terkecuali Indonesia, hampir seluruh penduduk Indonesia memenuhi kebutuhan bahan pangannya dari tanaman padi. Dengan demikian, tanaman padi merupakan tanaman yang mempunyai nilai spiritual, budaya, ekonomi, dan politik yang penting bagi bangsa Indonesia karena memengaruhi kehidupan orang banyak (Utama, 2015).

Menurut Winarbawa (2000), kekeringan terjadi karena penurunan kandungan air tanah sampai pada titik kritis (titik layu permanen). Apabila jumlah air yang tersedia di tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman, maka pertumbuhan dan produktifitas tumbuhan akan terganggu. Hal ini menyebabkan tumbuhan mengalami cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air dari lingkungannya yaitu media tanam. Kekeringan menimbulkan cekaman bagi tanaman yang tidak tahan kering (Toruan-Mathius *et al.*, 2001).

Penggunaan *polyethylene glycol* (PEG) 6000 umumnya digunakan untuk mendeteksi toleransi terhadap cekaman kekeringan dengan konsentrasi tertentu saat fase perkecambahan dapat dijadikan sebagai alternatif untuk melakukan seleksi secara dini. Cekaman osmotik yang disebabkan oleh PEG 6000 dapat menstimulasi kondisi kekeringan yang ada di lapangan (Mirbahar *et al.*, 2013). Pada kondisi kapasitas lapang, tanah mempunyai potensial osmotik -0.33 bar sedangkan pada kondisi titik kelembapan kritis mencapai potensial osmotik-15 bar. Berbagai penelitian melaporkan bahwa penggunaan PEG 6000 dengan konsentrasi 20-25% setara dengan -6.7 sampai -9.9 bar mampu membedakan genotipe padi yang toleran maupun peka toleran cekaman kekeringan (Afa *et al.*, 2012 dalam Widyastuti *et al.*, 2016).

Penggunaan PEG 6000 konsentrasi 20% dapat mengkarakterisasi varietas padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan berdasarkan parameter panjang plumula, panjang akar dan indeks toleransi terhadap kekeringan berdasarkan panjang plumula dan panjang akar (Maisura *et al*, 2016). Tanaman yang dapat tumbuh baik pada media yang mengandung PEG 6000 konsentrasi 20% berkorelasi positif dengan toleransi kekeringan di lapangan (Redona dan Mackill, 1996).

Berkurangnya lahan pertanian yang potensial akan berakibat pada ketersediaan pangan di Indonesia dan dapat menurunkan angka produksi pangan Indonesia. Ketahanan pangan terjadi apabila semua orang secara terus menerus, baik secara fisik, sosial, dan ekonomi mempunyai akses untuk pangan yang memadai atau cukup, bergizi dan aman, yang memenuhi kebutuhan pangan mereka dan pilihan makanan untuk hidup secara aktif dan sehat. Komitmen yang kuat dari seluruh stakeholder diperlukan untuk mencegah terjadinya konservasi lahan pertanian, kepentingan menjaga ketahanan pangan nasional serta menjaga kelestarian lingkungan melalui kebijakan dan pernyataan yang jelas (Utama, 2015).

Berdasarkan latar belakang dan masalah beserta tujuan dari penelitian ini, perubahan cuaca yang tidak dapat di prediksi atau tidak menentu seperti musim kering yang lebih panjang sehingga terjadi gagal panen atau gagal tanam. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan judul “Deteksi Toleransi Genotipe Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Cekaman Kekeringan pada Fase *Seedling*” untuk mengetahui galur Polinela 3 yaitu hasil persilangan (Pandan Wangi × Gilirang), galur Polinela 4 yaitu hasil persilangan (Gilirang × Pandan Wangi), dan galur Polinela 5 yaitu hasil persilangan (Cigelis × Pandan Wangi) yang toleran akan cekaman kekeringan, dengan varietas pembanding Inpari 42 yang toleran akan cekaman kekeringan menurut (Puspitaningrum dan Salamah, 2023).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran maka di peroleh hipotesis sebagai berikut:

1. Diduga terdapat galur yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada fase *seedling*.
2. Diduga pemberian PEG 20% dapat menyebabkan tanaman mengalami cekaman kekeringan.
3. Diduga respon tanaman terhadap PEG dipengaruhi oleh genotipe padi yang digunakan.

1.5 Kontribusi Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sebagai bahan referensi di bidang pertanian tentang toleransi tiga galur padi (*Oryza sativa* L.) terhadap cekaman kekeringan, khususnya pada galur Polinela 3, galur Polinela 4 dan galur Polinela 5 rakitan Politeknik Negeri Lampung dan satu varietas pembanding yaitu Inpari 42 pada fase *seedling*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Padi

Padi termasuk dalam suku padi-padian atau *Poaceae* (sinonim: *Graminae* atau *Glumiflorae*). Tanaman ini adalah tanaman semusim yang memiliki akar serabut. Batangnya sangat pendek dan terbentuk dari rangkaian pelepah daun yang saling menopang. Daunnya sempurna, dengan pelepah tegak, berbentuk lanset, dan memiliki warna hijau muda hingga hijau tua. Daun-daun ini memiliki urat daun yang sejajar dan biasanya ditutupi oleh rambut yang pendek dan jarang.

Bunga padi tersusun dalam infloresensi majemuk dengan malai yang bercabang. Satuan bunga disebut *floret*, yang terletak pada satu spikelet yang duduk pada *panikula*. Padi menghasilkan buah tipe bulir atau kariopsis, di mana sulit untuk membedakan antara buah dan bijinya. Buah ini memiliki bentuk hampir bulat hingga lonjong, dengan ukuran berkisar antara 3 mm hingga 15 mm. Buah ini juga dilindungi oleh palea dan lemma yang dalam bahasa sehari-hari disebut sekam. (Ishaq *et al.*, 2017).

Sistematika tumbuh tanaman padi diklasifikasikan ke dalam :

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Superdivision : *Spermatophyta*
Division : *Magnoliophyta*
Class : *Liliopsida*
Subclass : *Commelinidae*
Ordo : *Cyperales*
Family : *Gramineae*
Genus : *Oryza* L.
Species : *Oryza sativa* L.

2.2 Morfologi Tanaman Padi

a) Daun

Bagian daun tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselang-seling, dengan satu daun pada tiap buku. Setiap daun terdiri dari helai daun, pelepah daun yang melingkupi ruas batang, telinga daun, dan lidah daun. Adanya telinga daun dan lidah daun pada tanaman padi dapat digunakan untuk membedakannya dengan rumput-rumputan pada tahap bibit karena daun rumput-rumputan hanya memiliki lidah atau telinga daun atau bahkan tidak memiliki keduanya (Asmarani, 2017).

Setiap daun padi terdiri atas helaian daun, pelepah daun, lidah daun (ligule), telinga daun (auricle) dan permukaan daun tidak berambut. Daun tanaman padi pada umumnya warna hijau dengan lidah daun berwarna putih atau tidak berwarna dan telinga daun berwarna hijau, dengan lidah daun yang berwarna putih atau tidak berwarna, dan telinga daun yang berwarna hijau. Jumlah daun pada tanaman padi berbeda-beda tergantung pada varietasnya, tetapi biasanya tanaman padi memiliki jumlah daun 12 sampai 18 helai daun pada batang utamanya (Janne *et al.*, 2018).

b) Batang

Tanaman padi memiliki bentuk bulat, berongga dan beruas-ruas. Warna batang padi berwarna hijau kekuningan. Tinggi tanaman padi bisa mencapai 160 cm. Tinggi tanaman padi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor genetik, iklim, dan faktor lainnya. Berdasarkan karakteristik tinggi tanaman, varietas yang memiliki tinggi tanaman yang pendek dapat diakibatkan oleh faktor-faktor tersebut. Semakin tinggi tanaman, semakin tinggi pula kecenderungan untuk rebah. Batang berfungsi sebagai penopang tanaman, mendistribusikan hara dan air dalam tanaman. Padi termasuk dalam jenis tanaman rumput-rumputan yang mempunyai daun yang tumbuh pada batang dan tersusun berselang-seling pada tiap buku batang. (Donggulo *et al.*, 2017).

c) Bunga

Tanaman padi tergolong bunga sempurna tetapi tidak lengkap. Bunga padi secara keseluruhan disebut malai. Setiap unit bunga pada malai dinamakan *spikelet* yaitu bunga yang terdiri atas tangkai, bakal buah, *lemma*, *palea*, putik,

dan benang sari serta beberapa organ lainnya. Setiap unit bunga pada malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan cabang sekunder. Setiap unit bunga pada padi sebenarnya adalah yang hanya terdiri atas satu bunga, yang terdiri atas satu organ betina (*pistil*) dan enam organ jantan (*stamen*) (Janne *et al.*, 2018).

d) Buah

Tanaman padi yang sering kita sebut gabah yang sebenarnya bukan gabah melainkan buah padi yang tertutup oleh *lemma* dan *palea*. *Lemma* dan *palea* serta bagian lain akan membentuk sekam atau kulit gabah. *Lemma* selalu lebih besar dari *palea* dan menutupi sekitar 2 atau 3 permukaan beras, sedangkan sisi *palea* tetap bertemu pada bagian sisi *lemma*. Gabah atau biji padi terbungkus sekam (Janne *et al.*, 2018).

e) Akar

Tanaman padi memiliki bentuk akar tunggang dan akar serabut yang bercabang-cabang. Terdapat dua jenis akar cabang pada tanaman padi. Pertama ada akar cabang yang tumbuh dekat pangkal akar utama, kemudian bercabang lagi dengan jarak yang agak jauh. Akar cabang ini memiliki ukuran yang relatif panjang. Yang kedua yaitu akar serabut. Selain itu, pada bagian akar tanaman padi terdapat bulu akar yang letaknya saling berdekatan sekali dan hanya terdapat pada ujung-ujung akar saja. Panjang bulu akar ini tidak lebih dari 1 sampai 2 mm. Susunan akar tanaman padi sangat dipengaruhi oleh keadaan tekstur tanah dan tingkat kesuburannya (Seomartono, 1990).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Padi

Tanaman padi dapat dibudidayakan dan beradaptasi di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Di dataran rendah ketinggian 0 sampai 650 m dpl padi tumbuh pada temperatur 22 sampai 27°C sedangkan di dataran tinggi padi tumbuh di ketinggian 650 sampai 1.500 m dpl dengan temperatur 19 sampai 23°C. Selain itu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman meliputi angin, radiasi, air, cekaman hara dan bahan kimia (Kafisa, 2016).

Penyinaran matahari penuh tanpa naungan adalah yang terbaik untuk tanaman padi. Indonesia memiliki panjang radiasi matahari 12 jam sehari, dengan intensitas radiasi $350 \text{ cal/cm}^2/\text{hari}$ pada musim penghujan. Intensitas radiasi ini cukup rendah jika dibandingkan dengan daerah subtropis yang dapat mencapai $550 \text{ cal/cm}^2/\text{hari}$. Tanaman padi memerlukan angin untuk membantu penyerbukan dan pembuahan tetapi angin yang terlalu kencang juga dapat mengakibatkan tanaman rebah (Perdana *et al.*, 2011).

a) Iklim

Tanaman padi dapat tumbuh pada daerah mulai dari daratan rendah sampai daratan tinggi. Tumbuh pada daerah tropis atau subtropis pada 45° LU pada 45° LS dengan cuaca panas tinggi serta kelembapan yang tinggi. Untuk curah hujan yang baik bagi pertumbuhan tanaman yaitu rata-rata 200 mm/bulan selama 3 bulan berturut-turut atau $1,500$ sampai $2,000 \text{ mm/bulan}$ (Perdana *et al.*, 2011).

Tanaman padi dapat tumbuh pada dataran rendah dengan ketinggian 0 sampai 650 m dpl dengan temperatur $22,5^\circ\text{C}$ sampai $26,5^\circ\text{C}$ sedangkan pada dataran tinggi tanaman padi dapat tumbuh baik pada ketinggian 650 sampai $1,500 \text{ m dpl}$ dengan temperatur berkisar $18,7^\circ\text{C}$ sampai $22,5^\circ\text{C}$. Temperatur yang rendah dan kelembapan yang tinggi pada fase pembungaan akan mengganggu proses pembuahan pada tanaman padi yang mengakibatkan gabah menjadi hampa. Penyebab gabah hampa ini yaitu tidak terbukanya bakal biji pada tanaman padi. Temperatur yang rendah pada waktu tanaman padi bunting juga dapat menyebabkan rusaknya pollen dan menunda pembukaan tepung sari tanaman padi (Chafid, 2015).

b) Luas lahan

Merupakan salah satu faktor produksi dalam kegiatan usaha tani. Semakin luas lahan yang digunakan untuk usaha tani, maka produksi hasil yang didapatkan juga akan semakin besar (Chafid, 2015). Luas lahan merupakan faktor produksi yang paling besar dalam menentukan tingkat produksi hasil. Besar kecilnya produksi yang dihasilkan dalam usaha tani di pengaruhi oleh luas lahan yang digunakan. Hal tersebut tidak menjamin bahwa semakin luas lahan maka semakin efisien lahan tersebut. Karena lahan yang sangat luas pun dapat

menimbulkan infisiensi dalam penggunaan faktor produksi usaha tani (Eliza *et al.*, 2010).

c) Benih

Merupakan faktor penentu keunggulan dari suatu komoditas. Benih yang berkualitas unggul cenderung akan menghasilkan produk yang memiliki kualitas tinggi. Benih unggul ini dapat di ketahui melalui kemampuan daya berkecambah benih. Untuk mendapatkan kualitas yang baik dan terjamin bisa dengan memilih benih yang unggul (Justice, 2002).

Penggunaan benih yang unggul atau berkualitas tinggi ini dapat meningkatkan langkah awal dalam usaha tani untuk memproduksi suatu produk yang memiliki produktivitas yang tinggi (Wiguna *et. al.*, 2013). Penggunaan benih juga harus diperhatikan mengapa, karena penggunaan benih yang tepat dan benar dapat mempengaruhi produksi yang akan dihasilkan. Jumlah benih unggul yang digunakan dalam proses produksi juga harus disesuaikan dengan kebutuhan yang akan digunakan sehingga hal ini dapat meningkatkan jumlah produksi (Susanti *et al.*, 2018).

2.4 Pengaruh PEG terhadap Kekeringan

Deteksi awal cekaman kekeringan dapat dilakukan dengan menggunakan larutan osmotikum karena dapat mengontrol potensial air pada media tanam. Salah satu jenis bahan osmotikum yang digunakan adalah polietilen glikol (PEG) (Mirbahar *et al.*, 2013). PEG adalah senyawa stabil, non ionik, polimer panjang larut dalam air, dan dapat digunakan dalam sebaran molekul yang luas. Pemberian larutan PEG 6000 pada konsentrasi 5 sampai 20% secara in-vitro dapat mengakibatkan potensial osmotik terhambat dengan kondisi tanah pada kapasitas lapang pada beberapa tanaman, seperti padi (Akbar *et al.*, 2018).

Reduksi perkecambahan terjadi lebih besar dengan penambahan PEG 6000 pada konsentrasi 15% pada tanaman serealia, pangan dan sayuran. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil seleksi pada fase perkecambahan dapat menduga kemampuan tanaman untuk beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan di lapang (Redona dan Mackill, 1996).

2.5 Galur Padi Polinela 3, Polinela 4, Polinela 5 dan Varietas Inpari 42

Galur adalah tanaman hasil pemuliaan yang telah di seleksi dan di uji, serta sifat unggul sesuai tujuan pemuliaan, seragam dan stabil, tetapi belum di lepas sebagai varietas. Galur padi yang digunakan pada penelitian ini hasil rakitan Politeknik Negeri Lampung yaitu galur padi Polinela 3, Polinela 4 dan Polinela 5. Galur padi Polinela 3 yaitu hasil persilangan Pandan Wangi $\times$ Gilirang, galur padi Polinela 4 yaitu hasil persilangan Gilirang $\times$ Pandan Wangi, dan galur padi Polinela 5 yaitu hasil persilangan Cigelis $\times$ Pandan Wangi. (Syuriani *et al.*, 2017).

2.6 Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC)

Toleransi tanaman terhadap cekaman dapat ditentukan berdasarkan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC). Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC) menunjukkan tingkat kepekaan suatu peubah genotip tertentu terhadap cekaman yang ditunjukkan dengan perbandingan antara hasil peubah dan intensitas cekaman untuk setiap peubah. Hubungan antara ISC dengan tingkat toleransi tanaman yaitu semakin tinggi nilai ISC yang di peroleh suatu peubah maka tingkat toleransi terhadap cekaman semakin rendah, sebaliknya semakin rendah nilai ISC yang diperoleh maka tingkat toleransi semakin tinggi (Widyastuti *et al.*, 2016).

2.7 Mekanisme Ketahanan Tanaman terhadap Kekeringan

Ada banyak batasan yang dikemukakan oleh para pakar mengenai mekanisme ketahanan tanaman terhadap kekeringan, namun batasan yang dikemukakan oleh Levitt (1980) dianggap lebih sistematis dan banyak diterima yaitu:

- A. Lolos dari kekeringan (*drought escape atau escaping*), yaitu kemampuan tanaman mengatur plastisitas pertumbuhan atau menyelesaikan daur hidupnya sebelum mengalami kekeringan. Oleh karena itu genotipe padi yang mampu meloloskan dari ketahanan kekeringan karena memiliki umur berbunga yang lebih pendek.
- B. Ketahanan terhadap kekeringan (*actual drought resistance*), dapat dibedakan menjadi dua mekanisme, yaitu :

1. Mekanisme pengelakan (*drought avoidance*) yaitu kemampuan tanaman 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. Menurut Yoshida (1981) bahwa kehilangan air dapat dikurangi dengan cara penggulungan daun, mengurangi jumlah anakan dan luas daun. Cara meningkatkan penyerapan air yaitu dengan memperdalam sistem perakaran. Sehingga genotipe padi yang *avoidance* kekeringan kemungkinan besar akan mengalami perubahan nisbah tajuk-akar.
2. Mekanisme toleransi (*drought tolerance*) yaitu kemampuan tanaman melakukan penyesuaian osmotik sel agar pada kondisi potensial air sel yang menurun disebabkan kekeringan, turgiditas tetap tinggi. Menurut Yoshida (1981), turgiditas sel dapat dipertahankan dengan cara meningkatkan potensial osmotik sel yaitu dengan meningkatkan kadar bahan larut sel. Salah satu bahan larut yang kadarnya meningkat selama terjadi kekeringan adalah asam amino prolin. Oleh karena itu genotipe padi yang toleran kekeringan akan memiliki prolin lebih tinggi.