

**PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS JAGUNG HASIL IRADIASI
PADA BERBAGAI KONSENTRASI PEG DAN NaCl**

**ANDI ADRIANI WAHDITIYA
G111 09 270**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012**

**PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS JAGUNG HASIL IRADIASI
PADA BERBAGAI KONSENTRASI PEG DAN NaCl**

SKRIPSI

Diajukan untuk menempuh Ujian Sarjana
Pada Program Studi Agroteknologi

**ANDI ADRIANI WAHDITIYA
G 111 09 270**



**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012**

**PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS JAGUNG HASIL IRADIASI
PADA BERBAGAI KONSENTRASI PEG DAN NaCl**

**ANDI ADRIANI WAHDITIYA
G 111 09 270**

Makassar, Desember 2012

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

**(Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, MP)
NIP. 19670520 199202 1 001**

**(Dr. Ir. Amirullah Dachlan, MP)
NIP. 19560822 198601 1 001**

**Mengetahui :
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian**

**(Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, MP)
NIP. 19560318 198503 1 001**

PENGESAHAN

**JUDUL : PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS JAGUNG
HASIL IRADIASI PADA BERBAGAI KONSENTRASI
PEG DAN NaCl**

NAMA : ANDI ADRIANI WAHDITIYA

STAMBUK : G 111 09 270

Skripsi ini telah diterima dan dipertahankan pada Hari Jumat Tanggal 30 Bulan November Tahun 2012 dihadapan pembimbing/penguji berdasarkan Surat Keputusan No. 742/H.04.12.5.1/PP.27/2012, dengan susunan sebagai berikut :

Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si	(Ketua)	_____
Dr. Ir. Hernusye Husni, M.Sc	(Sekertaris)	_____
Dr. Ir.H.Muh. Farid BDR, MP	(Anggota)	_____
Dr. Ir. Amirullah Dachlan, MP	(Anggota)	_____
Prof. Dr. Ir. Hj. Dahliana Dahlan, MS	(Anggota)	_____
Prof. Dr. Ir. H. Ambo Ala, MS	(Anggota)	_____
ProfDr. Ir. Elkawakib Syam'un, MP	(Anggota)	_____

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul Ketahanan beberapa Varietas Jagung Hasil Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kekeringan dan Salinitas pada Fase Kecambah dan Vegetatif.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Dr. Ir. H. Muh. Farid Bdr, MP dan Dr. Ir. Amirullah Dachlan, MP selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya demi membimbing penulis sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.
2. Ayahanda Dr.H. Muhammad Yasin, MP dan Ibunda Ir. Hj. A. Rugaya Parenrenggi, MP yang telah membesarkan, mendidik penulis dengan kasih sayang dan atas segala kesabaran, nasehat dan jerih payah serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Riri Lestari Arifin,SP, Sahrul Afandi,SP, Syahrul Kamaluddin,SP, Nurul Azizah Azzahrah,SP, Siti Aisyah,SP atas semua bantuan, dan nasihat yang diberikan kepada penulis hingga skripsi ini selesai.
4. Terima kasih kepada teman – teman seperjuangan saya Andi Safitri Sacita, Rezky Nur Awalia, Muhammad Naim, dan Sulaiman yang telah banyak membantu selama proses penelitian berlangsung hingga selesai.

5. Terima kasih atas semua semangat, dukungan dan komentar membangun dari teman – teman KLIMATRIK 09 yakni Syamsi, Tika, Julian, Gatot, Nani, Asni, Ilho, Lina, Komang, Ramli, Desi, Rina, Rasni, Ririn, Ifah, Munir, Ilham, Alfi, Isri, Yuli, Amma, Nurdiah, Anthy dan seluruh teman – teman AGROTEKNOLOGI 09.

Penulis berharap semoga apa yang terdapat dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.... Amin

Makassar, November 2012

Penulis

ABSTRAK

ANDI ADRIANI WAHDITIYA (G111 09 270). Pertumbuhan beberapa varietas jagung hasil iradiasi pada berbagai konsentrasi PEG dan NaCl. Dibimbing oleh **H. MUH. FARID BDR** dan **AMIRULLAH DACHLAN**.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biofertilizer dan Rumah Kaca Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, yang berlangsung dari Mei - Juni 2012. Penelitian ditingkat laboratorium bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi PEG dan NaCl dan dosis iradiasi sinar gamma, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi PEG dan NaCl atau dosis iradiasi terhadap perkecambahan benih jagung, sedangkan penelitian ditingkat lapangan bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan vegetative tanaman jagung, untuk mengetahui dosis iradiasi yang dapat digunakan sebagai batas ketahanan tanaman jagung terhadap kekeringan dan salinitas dan untuk mengetahui genotipe tanaman jagung yang memberikan respon terbaik terhadap kekeringan dan salinitas. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk Rancangan Petak Petak Terbagi (RPPT) pada tingkat laboratorium. Faktor pertama varietas tanaman jagung yang terdiri dari 3 taraf yakni Bisma, Lamuru, Sukmaraga. Faktor kedua adalah konsentrasi PEG + NaCl yang terdiri dari 6 taraf yaitu kontrol, 30 g PEG, 8 g NaCl, 30 g PEG + 8 g NaCl, 30 g PEG + 4 g NaCl, 15 g PEG + 4 g NaCl, dan 30 g PEG + 2 g NaCl. Faktor ketiga adalah dosis iradiasi sinar gamma yang terdiri dari 6 taraf yaitu 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy dan 500 Gy. Pada tingkat rumah kaca, penelitian dilaksanakan dalam bentuk Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan genotipe Bisma 0 Gy, Bisma 100 Gy, Bisma 200 Gy, Sukmaraga 300 Gy, Lamuru 0 Gy, Lamuru 100 Gy, Lamuru 200 Gy, Sukmaraga 0 Gy, Sukmaraga 100 Gy, dan Sukmaraga 200 Gy. Tahap ini dilakukan secara *sand culture* dengan menggunakan larutan Hoagland dan pemberian 30 g PEG, 8 g NaCl, 30 g PEG + 8 g NaCl, dan 15 g PEG + 4 NaCl. Terdapat interaksi antara konsentrasi PEG dan NaCl dengan dosis iradiasi terhadap indeks vigor kecambah, koefisien perkecambahan, persentase kecambah, panjang plumula kecambah, dan panjang radikel kecambah. Respon terbaik yang memperlihatkan sifat toleransi terhadap kekeringan dan salinitas pada fase kecambah ditunjukkan pada varietas bisma dan lamuru, dengan dosis iradiasi terbaik yakni 200 Gy. Genotipe dengan respon toleransi terbaik terhadap kekeringan dan salinitas adalah Bisma 100 Gy, g7 Lamuru 200 Gy, dan g9 Sukmaraga 100 Gy. Dosis iradiasi 100 Gy merupakan dosis iradiasi yang memiliki rata-rata terbaik di hampir di setiap parameter pengamatan di rumah kaca 200 Gy merupakan dosis iradiasi maksimum yang dapat digunakan untuk mutasi tanaman jagung terhadap salinitas dan kekeringan pada penelitian ini.

Kata Kunci : Kekeringan, Salinitas, Varietas, Dosis Iradiasi, Konsentrasi, Genotipe, Tanaman Jagung.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	5
1.2 Hipotesis	6
1.3 Tujuan dan Kegunaan	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Karakteristik Tanaman Jagung	8
2.2. Perkembangan Fase Kecambah	12
2.3. Perkembangan Fase Vegetatif	13
2.4. Induksi Mutasi	14
2.5. Pengaruh Cekaman Salinitas pada Tanaman	16
2.6. Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Salinitas	18
2.7. Pengaruh Cekaman Kekeringan pada Tanaman	20
2.8. Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Kekeringan	22
BAB III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Tempat dan Waktu	24
3.2. Bahan dan Alat	24
3.3. Metode Penelitian	25
3.4. Pelaksanaan Percobaan	26
3.5. Parameter Pengamatan	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil	32
4.2. Pembahasan	56
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata persentase perkecambahan dari 3 varietas dengan 5 dosis radiasi pada 6 jenis konsentrasi larutan (%)	32
2.	Rata – rata Indeks Vigor kecambah 3 varietas dengan 5 dosis radiasi pada 6 jenis konsentrasi larutan	34
3.	Rata – rata koefisien perkecambahan dari 3 varietas dengan 5 dosis radiasi pada 6 jenis konsentrasi larutan	35
4.	Rata-rata panjang plumula kecambah dari 3 varietas dengan 5 dosis radiasi pada 6 jenis konsentrasi larutan pada hari ke 7 (cm)	37
5.	Rata-rata panjang radikel kecambah dari 3 varietas dengan 5 dosis radiasi pada 6 jenis konsentrasi larutan pada hari ke 7 (cm)	38
6.	Rata-rata bobot segar kecambah (g) pada berbagai kultivar dan konsentrasi PEG & NaCl	40
7.	Rata-rata bobot segar kecambah (g) pada berbagai kultivar dan dosis iradiasi.....	40
8.	Rata-rata bobot kering (g) pada berbagai kultivar dan konsentrasi NaCl	41
9.	Rata-rata bobot kering (g) pada berbagai kultivar dan dosis iradiasi	41
10.	Rata-rata bobot kering (g) pada berbagai konsentrasi PEG & NaCl dan dosis iradiasi	42
11.	Indeks rata-rata tinggi tanaman jagung 4 MST tanaman pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (cm)	43
12.	Indeks rata-rata jumlah daun 4 MST tanaman pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (cm)	44
13.	Indeks rata-rata daun kering 4 MST tanaman pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl	45
14.	Indeks rata-rata panjang akar 4 MST tanaman pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (cm)	46

15. Indeks rata-rata volume akar 4 MST tanaman pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (ml)	46
16. Indeks rata-rata nisbah tanaman jagung pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl	47
17. Indeks rata-rata berat kering tajuk (g) fase vegetatif pengujian rumah kaca.....	49
18. Indeks rata-rata berat kering akar (g) tanaman jagung fase vegetatif pengujian rumah kaca	50
19. Indeks rata-rata indeks translokasi K pada fase vegetatif percobaan di rumah kaca	51
20. Indeks rata-rata indeks translokasi Na pada fase vegetatif percobaan di rumah kaca	52
21. Indeks rata-rata indeks translokasi Cl pada fase vegetatif percobaan di rumah kaca	53
22. Indeks rata-rata indeks selektivitas translokasi K-Na pada fase vegetatif percobaan di rumah kaca	54
23. Indeks rata-rata indeks selektivitas Pengambilan K-Na pada fase vegetatif percobaan di rumah kaca	55

Lampiran

1. Komposisi Larutan Hoagland's	72
2. Sidik ragam vigor benih, koefisien perkecambahan, dan presentase kecambah tingkat laboratorium	73
3. Sidik ragam panjang plumula, panjang radikel, berat segar kecambah, dan berat kering kecambah pada pengujian kecambah tingkat laboratorium	73
4. Sidik ragam tinggi tanaman, jumlah daun, daun kering, dan panjang akar tanaman jagung pada fase vegetatif	74
5. Sidik ragam volume akar, nisbah, berat tajuk kering relative, dan berat akar kering relative tanaman jagung pada fase vegetatif	74

6. Sidik ragam indeks translokasi K, indeks traslokasi Na, Indeks translokasi Cl, indeks selektifitas translokasi K-Na, indeks selektifitas pengambilan K-Na pada fase vegetatif	74
7. Tinggi tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl(cm)	75
8. Jumlah daun tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl	76
9. Daun kering tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl	77
10. Panjang akar tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (cm)	78
11. Volume akar tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl(ml)	79
12. Nisbah tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl	80
13. Bobot tajuk kering relative tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl (g)	81
14. Bobot akar kering relative tanaman jagung 4 MST pada 10 genotipe pada 4 jenis konsentrasi larutan PEG dan NaCl(g)	82
15. Rata – rata indeks translokasi K hasil analisis jaringan pada tanaman fase vegetatif di rumah kaca	83
16. Rata – rata indeks translokasi Na hasil analisis jaringan pada tanaman fase vegetatif di rumah kaca	84
17. Rata – rata indeks translokasi Cl hasil analisis jaringan pada tanaman fase vegetatif di rumah kaca	85
18. Rata – rata indeks selektivitas translokasi K-Na hasil analisis jaringan pada tanaman fase vegetatif di rumah kaca	86
19. Rata – rata indeks selektivitas pengambilan K-Na hasil analisis jaringan pada tanaman fase vegetatif di rumah kaca	87
20. Analisis DHL larutan	88

21. Deskripsi jagung kultivar Bisma	89
22. Deskripsi jagung kultivar Lamuru	90
23. Deskripsi jagung kultivar Sukmaraga	91

DAFTAR GAMBAR

No.	Lampiran	Halaman
1.	Denah percobaan di rumah kaca	92
2.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k0 (B) v2k0 (C) v3k0	93
3.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k1 (B) v2k1 (C) v3k1	93
4.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k2 (B) v2k2 (C) v3k2	94
5.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k3 (B) v2k3 (C) v3k3	94
6.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k4 (B) v2k4 (C) v3k4	95
7.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k5 (B) v2k5 (C) v3k5	95
8.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) v1k6 (B) v2k6 (C) v3k6	96
9.	Uji daya kecambah diatas kertas dalam cawan disiram dengan air biasa (A) K1 (B) K2 (C) K3 (D) K4 (E) K5 (F) K6	97
10.	Perkecambahan (A) K1 (30 g PEG) (B) K2 (8 g NaCl) (C) K3 (30 g PEG + 8 g NaCl) (D) K4 (15 g PEG + 4 NaCl) persiapan untuk fase vegetatif	98
11.	Panjang radikel dan plumula kecambah (A : Berbagai kultivar pada berbagai dosis iradiasi pada larutan tanpa PEG & NaCl, B : Berbagai kultivar pada berbagai dosis iradiasi pada larutan dengan konsentrasi 30 g PEG, C : Berbagai kultivar pada berbagai dosis iradiasi pada larutan dengan konsentrasi 8 g NaCl)	99
12.	Panjang radikel dan plumula kecambah, berbagai kultivar pada berbagai dosis iradiasi (A : pada larutan konsentrasi 30 g PEG + 8 gNaCl, B : pada larutan dengan konsentrasi 30 g PEG + 4 g NaCl, C : pada larutan dengan konsentrasi 15 g PEG + 4 g NaCl, D : pada larutan dengan konsentrasi 30 g PEG + 2 g NaCl)	100

13. Penampilan fase vegetatif pada berbagai genotipe (A) Kontrol (B) 30 g PEG (C) 8 g NaCl 101
14. Penampilan fase vegetatif pada berbagai genotipe (A) 15 g PEG + 4 NaCl (B) 30 g NaCl+ 2 NaCl 102
15. Penampilan fase vegetatif pada berbagai konsentrasi PEG & NaCl (A) g1: Bisma 0 Gy, g2: Bisma 100 Gy, g3: Bisma 200 Gy, g4: Sukmaraga 300 Gy, g5: Lamuru 0 Gy (B) g6: Lamuru 100 Gy, g7: Lamuru 200 Gy, g8: Sukmaraga 0 Gy, g9: Sukmaraga 100 Gy, g10: Sukmaraga 200 Gy 103
16. Penampilan akar pada berbagai genotipe pada berbagai perlakuan 104
17. Penampilan akar pada berbagai konsentrasi perlakuan PEG & NaCl tiap genotipe 106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung merupakan tanaman sereal yang paling produktif di dunia, sesuai ditanam di wilayah yang bersuhu tinggi, dan pematangan tongkol ditentukan oleh akumulasi panas yang diperoleh oleh tanaman. Luas pertanaman jagung di seluruh dunia lebih dari 100 juta ha, menyebar di 70 negara, termasuk 53 negara berkembang. Penyebaran tanaman jagung sangat luas karena mampu beradaptasi baik dengan pada berbagai lingkungan. Jagung tumbuh baik di wilayah tropis 50⁰ LU dan 50⁰ LS dari dataran rendah sampai ketinggian 3000 m diatas permukaan laut (dpl), dengan curah hujan tinggi, sedang, hingga rendah sekitar 500 mm per tahun. Pusat produksi jagung di dunia tersebar di wilayah tropis dan sub tropis. Permintaan kedelai di Indonesia akhir-akhir ini dirasakan sangat meningkat, yang tidak dapat diimbangi dengan produksi dalam negeri (Sudjana, 1991).

Produksi jagung nasional pada tahun 2009 mengalami peningkatan dibandingkan pada tahun 2008. Produksi jagung nasional pada tahun 2009 sebesar 17,63 juta ton pipilan kering dengan luas panen 4,1 juta hektar, naik sebesar 1,32 juta ton dibanding tahun 2008 dengan luas panen 4,00 juta hektar. Produktivitas jagung nasional pada tahun 2009 yaitu 42,37 ton ha⁻¹ naik sebesar 1,59 ton ha⁻¹ dibandingkan produktivitas jagung tahun 2008 dengan produktivitas 40,78 ton ha⁻¹. Produksi jagung Sulawesi Selatan pada tahun 2009 sebesar 1.395.742 ton

dengan luas panen 299.669 hektar, naik sebesar 200.051 ton dibandingkan dengan produksi tahun 2008 dengan luas panen 285.094 hektar. Produktivitas jagung Sulawesi Selatan pada tahun 2009 sebesar 46.58 ton ha⁻¹ (BPS, 2009).

Dewasa ini jagung tidak hanya untuk pangan tetapi sebagian besar dimanfaatkan untuk pakan ternak, terutama unggas. Dengan perkembangannya maka kebutuhan akan jagung untuk pakan meningkat tinggi mencapai 57 % dari produksi nasional hingga impor jagung harus dilakukan, oleh karena itu produksi jagung di dalam negeri harus perlu ditingkatkan, baik dalam program intensifikasi maupun ekstensifikasi (Sudjana, 1991).

Peningkatan produksi pertanian secara nasional selain ditempuh melalui usaha intensifikasi juga diarahkan ke arah ekstensifikasi. Usaha ekstensifikasi tampaknya dibatasi oleh areal pertanian subur. Masalah yang sangat besar harus dihadapi adalah banyaknya lahan – lahan marginal, utamanya adalah lahan kering dan lahan salin. Tetapi disisi lain, lahan yang tersedia untuk dibentuk menjadi lahan pertanian semakin terbatas karena adanya alih fungsi ke sektor non pertanian. Oleh karena itu untuk memperluas penanaman dalam rangka meningkatkan produksi jagung antara lain ditempuh dengan memanfaatkan daerah-daerah pasang surut yang dipengaruhi oleh intrusi air laut. Tetapi walaupun lahan kering maupun lahan salin telah ada yang dimanfaatkan untuk ditanami, tetap saja belum bisa memberi produksi yang tinggi, dikarenakan belum adanya kultivar tanaman yang cocok untuk ditanami pada areal marginal tersebut.

Salinitas dan kekeringan merupakan masalah global yang menjadi faktor pembatas produktivitas tanaman yang dikelola pada lahan kering dan salin seperti

legum, jagung dan padi. Kendala tersebut tidak dapat dipecahkan hanya dengan tindakan budidaya karena biaya yang dibutuhkan lebih besar dari nilai produksi tanaman yang dibudidayakan. Dengan demikian, evaluasi dan seleksi jagung tahan salin yang dipadukan dengan teknologi budidaya merupakan alternatif utama untuk pemecahannya.

Pengembangan varietas tanaman yang beradaptasi pada lahan yang bermasalah dapat ditempuh dengan menghasilkan kultivar atau varietas baru yang tahan untuk hidup pada lahan kering dan lahan yang salin. Pembentukan kultivar tersebut bisa dengan menggunakan metode pemuliaan konvensional dan pemuliaan moderen salah satunya dengan induksi mutasi dengan menggunakan iradiasi sinar gamma. Kedua metode tersebut sangat efektif digunakan untuk membentuk suatu varietas baru yang cocok untuk ditanami pada lahan salin dan lahan kering, tetapi metode konvensional untuk membentuk suatu varietas baru membutuhkan waktu yang relatif sangat lama, maka oleh sebab itu, penggunaan metode pemuliaan modern dengan induksi iradiasi sinar gamma dapat lebih efektif dalam efisiensi waktu pembentukan varietas tanaman baru. Melalui induksi mutasi untuk menghasilkan perubahan genetik dengan cara memberikan penyinaran sinar radiasi pada suatu tanaman. Induksi radiasi dapat menyebabkan mutasi karena sel yang teradiasi dibebani tenaga kinetik yang tinggi, sehingga dapat mempengaruhi atau mengubah reaksi kimia yang akhirnya menyebabkan perubahan susunan kromosom. Sumber radiasi yang sering digunakan adalah sinar X dari alat rontgen, sinar gamma.

Mutasi iradiasi pada tanaman dapat menimbulkan abnormalitas. Pemanfaatan sinar radiasi dalam pemuliaan tanaman Hal ini menandakan telah terjadi perubahan pada tingkat genom, kromosom, dan DNA sehingga proses fisiologis pada tanaman menjadi tidak normal dan menghasilkan variasi-variasi genetik baru.

Keragaman tanaman melalui induksi mutasi iradiasi dapat dilakukan pada organ reproduksi tanaman, seperti biji, setek batang, serbuk sari, akar rizoma, dan kalus. Mutagen fisik atau iradiasi untuk pemuliaan tanaman yang lazim digunakan adalah sinar gamma. Kegiatan pemuliaan mutasi dengan bantuan nuklir (iradiasi sinar gamma) sudah dilakukan secara intensif di negara-negara lain dan telah menghasilkan sekitar 1.585 varietas mutan, 64% di antaranya berasal dari mutasi dengan iradiasi sinar gamma. Kegagalan panen tidak hanya menurunkan produksi pertanian tetapi juga dapat mengancam kehidupan masyarakat desa. Salah satu penyebab utama terjadinya berbagai kasus rawan pangan adalah gagal panen. Kekeringan merupakan bencana alam yang berpengaruh langsung pada produksi pertanian, dan bencana alam tersebut dapat menyebabkan kegagalan panen. Berbagai upaya pencegahan dan penanggulangan bencana harus dilakukan untuk menghindari terjadinya gagal panen (Deptan, 2011).

Penelitian yang sama pernah dilakukan beberapakali dengan menggunakan dosis iradiasi 0, 100, 500, 1000 Gy, ternyata yang menunjukkan pertumbuhan terbaik adalah genotipe dengan dosis iradiasi 100 Gy (Lestari, 2010). Selain itu,

juga terdapat penelitian lain yang menggunakan dosis iradiasi 0, 50, dan 100 Gy, dan pertumbuhan terbaik ternyata ditemukan pada genotipe tanpa menggunakan dosis iradiasi.

Kekeringan (*drought*) merupakan suatu kejadian alam yang sangat berpengaruh terhadap ketersediaan cadangan air dalam tanah, baik yang diperlukan untuk kepentingan pertanian maupun untuk kebutuhan manusia. Kekeringan merupakan faktor penghambat pertumbuhan produksi padi, yang selanjutnya mempengaruhi perekonomian nasional. Sebagian wilayah Indonesia kekeringan merupakan suatu masalah yang harus dihadapi hampir setiap tahun. Seperti yang terjadi pada tahun 1994, kekeringan di pulau Jawa telah menghancurkan 290.457 ha tanaman padi atau sekitar 79% dari luas total seluruh Indonesia (Satari,1977).

Selain kekeringan dikenal juga masalah lahan kering, Lahan kering adalah salah satu areal potensial untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian ditinjau dari luasannya. Lahan yang tersedia siap untuk dikembangkan mencapai 17,1 juta ha yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya. Selain itu masih terdapat lahan kering marginal bertopografi curam potensial seluas 88.173 juta ha yang tersebar di Jawa, Bali, Sumatera, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara dan Irian Jaya (Hiqma, 2011).

Untuk melihat ketahanan kultivar terhadap kekeringan maupun salinitas maka digunakan PEG dan NaCl sebagai agen seleksinya. Senyawa osmotik yang paling banyak digunakan dalam simulasi cekaman kekeringan adalah polyethylene glycol (PEG) dikarenakan senyawa PEG bersifat larut dalam air dan

dapat menyebabkan penurunan potensi air secara homogen. Penggunaan PEG sebagai media seleksi tidak membahayakan tanaman karena mempunyai berat molekul lebih besar dari 4 000. Kerusakan atau kematian tanaman pada simulasi menggunakan senyawa PEG diyakini sebagai efek kekeringan, bukan efek langsung dari senyawa PEG karena senyawa tersebut tidak diserap oleh tanaman. Sodium Chlorida atau Natrium Chlorida (NaCl) yang dikenal sebagai garam adalah zat yang memiliki tingkat osmotik yang tinggi. Kemampuan tingkat osmotik yang tinggi ini menyebabkan NaCl terlarut di dalam air maka air tersebut akan mempunyai nilai atau tingkat konsentrasi yang tinggi sehingga biasanya digunakan sebagai agen seleksi untuk salinitas.

Berdasarkan uraian di atas maka dilaksanakanlah penelitian tentang ketahanan beberapa varietas jagung hasil iradiasi sinar gamma terhadap kekeringan dan salinitas pada fase kecambah dan vegetatif.

1.2. Hipotesis

1. Terdapat satu atau lebih varietas dengan dosis radiasi menunjukkan ketahanan terhadap salinitas dan kekeringan dengan agen seleksi PEG dan NaCl pada fase kecambah pada pengujian Laboratorium.
2. Terdapat satu atau lebih genotipe jagung yang tahan terhadap salinitas dan kekeringan dengan agen seleksi PEG dan NaCl pada fase vegetatif pada pengujian tingkat rumah kaca.
3. Terdapat salah satu atau lebih dosis iradiasi yang memiliki pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada fase vegetatif.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat ketahanan beberapa genotipe jagung hasil iradiasi yang digunakan terhadap salinitas dan kekeringan serta mencari parameter yang dapat digunakan untuk melihat ketahanan tanaman terhadap cekaman salinitas dan kekeringan pada beberapa genotipe jagung.

Kegunaan percobaan ini adalah diharapkan dapat menjadi bahan informasi bagi peneliti pemulia tanaman untuk pengembangan varietas tanaman jagung pada lahan salin dan kering.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman semusim dan termasuk jenis rumputan/graminae yang mempunyai batang tunggal, meski terdapat kemungkinan munculnya cabang anakan pada beberapa genotipe dan lingkungan tertentu. Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang. Jagung merupakan tanaman hari pendek, jumlah daunnya ditentukan pada saat inisiasi bunga jantan, dan dikendalikan oleh genotipe, lama penyinaran, dan suhu. Tanaman jagung termasuk famili rumput-rumputan (*graminae*) dari subfamili *myadeae*. Dua famili yang berdekatan dengan jagung adalah *teosinte* dan *tripsacum* yang diduga merupakan asal dari tanaman jagung. *Teosinte* berasal dari Meksiko dan Guatemala (Rukmana, 2004).

Perakaran tanaman jagung terdiri atas empat macam akar, yaitu akar utama, akar cabang, akar lateral dan akar rambut. Sistem perakaran tersebut berfungsi sebagai alat untuk mengisap air serta garam-garam yang terdapat dalam tanah, mengeluarkan zat organik serta laiannya (Rukmana, 2004).

Jagung mempunyai akar serabut dengan tiga macam akar, yaitu (a) akar seminal, (b) akar adventif, dan (c) akar kait atau penyangga. Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah dan pertumbuhan akar

seminal akan berhenti pada fase V3. Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil, kemudian set akar adventif berkembang dari tiap buku secara berurutan dan terus ke atas antara 7-10 buku, semuanya di bawah permukaan tanah. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal. Akar seminal hanya sedikit berperan dalam siklus hidup jagung. Akar adventif berperan dalam pengambilan air dan hara. Bobot total akar jagung terdiri atas 52% akar adventif seminal dan 48% akar nodal. Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah. Fungsi dari akar penyangga adalah menjaga tanaman agar tetap tegak dan mengatasi rebah batang. Akar ini juga membantu penyerapan hara dan air. Perkembangan akar jagung (kedalaman dan penyebarannya) (Smith, 1995).

Tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang, berbentuk silindris, dan terdiri atas sejumlah ruas dan buku ruas. Pada buku ruas terdapat tunas yang berkembang menjadi tongkol. Dua tunas teratas berkembang menjadi tongkol yang produktif. Batang memiliki tiga komponen jaringan utama, yaitu kulit (*epidermis*), jaringan pembuluh (*bundles vaskuler*), dan pusat batang (*pith*). Bundles vaskuler tertata dalam lingkaran konsentris dengan kepadatan bundles yang tinggi, dan lingkaran menuju perikarp dekat epidermis. Konsentrasi bundles vaskuler yang tinggi di bawah epidermis menyebabkan batang tahan rebah. Genotipe jagung yang mempunyai batang kuat memiliki lebih banyak lapisan jaringan sklerenkim berdinging tebal di bawah epidermis batang dan sekeliling bundles vaskuler (Paliwal, 2000).

Sesudah koleoptil muncul di atas permukaan tanah, daun jagung mulai terbuka. Setiap daun terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang erat melekat pada batang. Jumlah daun sama dengan jumlah buku batang. Jumlah daun umumnya berkisar antara 10-18 helaian, rata-rata munculnya daun yang terbuka sempurna adalah 3-4 hari setiap daun. Tanaman jagung di daerah tropis mempunyai jumlah daun relatif lebih banyak dibanding di daerah beriklim sedang (temperate). Genotipe jagung mempunyai keragaman dalam hal panjang, lebar, tebal, sudut, dan warna pigmentasi daun. Lebar helaian daun dikategorikan mulai dari sangat sempit (< 5 cm), sempit (5,1-7 cm), sedang (7,1-9 cm), lebar (9,1-11 cm), hingga sangat lebar (>11 cm) (Rukmana, 2004).

Jagung disebut juga tanaman berumah satu (*monoecious*) karena bunga jantan dan betinanya terdapat dalam satu tanaman. Bunga betina, tongkol, muncul dari axillary apices tajuk. Bunga jantan (*tassel*) berkembang dari titik tumbuh apikal di ujung tanaman. Pada tahap awal, kedua bunga memiliki primordia bunga biseksual. Selama proses perkembangan, primordia stamen pada axillary bunga tidak berkembang dan menjadi bunga betina. Demikian pula halnya primordia gynaecium pada apikal bunga, tidak berkembang dan menjadi bunga jantan. Serbuk sari (*pollen*) adalah trinukleat. Pollen memiliki sel vegetatif, dua gamet jantan dan mengandung butiran-butiran pati. Dinding tebalnya terbentuk dari dua lapisan, exine dan intin, dan cukup keras (Paliwal, 2000).

Rambut jagung (*silk*) adalah pemanjangan dari saluran styler ovary yang matang pada tongkol. Rambut jagung tumbuh dengan panjang hingga 30,5 cm

atau lebih sehingga keluar dari ujung kelobot. Panjang rambut jagung bergantung pada panjang tongkol dan klobot (Smith, 1995).

Tanaman jagung adalah protandry, di mana pada sebagian besar varietas, bunga jantannya muncul (*anthesis*) 1-3 hari sebelum rambut bunga betina muncul (*silking*). Serbuk sari (*pollen*) terlepas mulai dari spikelet yang terletak pada spike yang di tengah, 2-3 cm dari ujung malai (*tassel*), kemudian turun ke bawah. Satu bulir anther melepas 15-30 juta serbuk sari. Dalam keadaan tercekam (*stress*) karena kekurangan air, keluarnya rambut tongkol kemungkinan tertunda, sedangkan keluarnya malai tidak terpengaruh (Rukmana, 2004).

Tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung diselimuti oleh daun kelobot. Tongkol jagung yang terletak pada bagian atas umumnya lebih dahulu terbentuk dan lebih besar dibanding yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10- 16 baris biji yang jumlahnya selalu genap (Paliwal, 2000).

Biji jagung disebut kariopsis, dinding ovari atau perikarp menyatu dengan kulit biji atau testa, membentuk dinding buah. Biji jagung terdiri atas tiga bagian utama, yaitu (a) pericarp, berupa lapisan luar yang tipis, berfungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air; (b) endosperm, sebagai cadangan makanan, mencapai 75% dari bobot biji yang mengandung 90% pati dan 10% protein, mineral, minyak, dan lainnya; dan (c) embrio, sebagai miniatur tanaman yang terdiri atas plumula, akar radikal, dan koleoptil (Smith, 1995).

2.2. Perkembangan Fase Kecambah

Perkecambahan benih jagung terjadi ketika radikula muncul dari kulit biji. Benih jagung akan berkecambah jika kadar air benih pada saat di dalam tanah meningkat >30% (McWilliams, 1999). Proses perkecambahan benih jagung, mula-mula benih menyerap air melalui proses imbibisi dan benih membengkak yang diikuti oleh kenaikan aktivitas enzim dan respirasi yang tinggi. Perubahan awal sebagian besar adalah katabolisme pati, lemak, dan protein yang tersimpan dihidrolisis menjadi zat-zat yang mobil, gula, asam-asam lemak, dan asam amino yang dapat diangkut ke bagian embrio yang tumbuh aktif. Pada awal perkecambahan, koleoriza memanjang menembus pericarp, kemudian radikel menembus koleoriza.

Setelah radikel muncul, kemudian empat akar seminal lateral juga muncul. Pada waktu yang sama atau sesaat kemudian plumule tertutupi oleh koleoptil. Koleoptil terdorong ke atas oleh pemanjangan mesokotil, yang mendorong koleoptil ke permukaan tanah. Mesokotil berperan penting dalam pemunculan kecambah ke atas tanah. Ketika ujung koleoptil muncul ke luar permukaan tanah, pemanjangan mesokotil terhenti dan plumul muncul dari koleoptil dan menembus permukaan tanah (McWilliams, 1999).

2.3. Perkembangan Fase Vegetatif

Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 10-18 hari setelah berkecambah. Pada fase ini akar seminal sudah mulai berhenti tumbuh, akar nodul sudah mulai aktif, dan titik tumbuh di bawah permukaan tanah. Setelah itu, Titik tumbuh sudah di atas permukaan tanah, perkembangan akar dan penyebarannya di

tanah sangat cepat, dan pemanjangan batang meningkat dengan cepat. Pada fase ini bakal bunga jantan (*tassel*) dan perkembangan tongkol dimulai (Lee, 2007).

Tanaman mulai menyerap hara dalam jumlah yang lebih banyak, karena itu pemupukan pada fase ini diperlukan untuk mencukupi kebutuhan hara bagi tanaman (McWilliams, 1999).

Tanaman tumbuh dengan cepat dan akumulasi bahan kering meningkat dengan cepat pula. Kebutuhan hara dan air relatif sangat tinggi untuk mendukung laju pertumbuhan tanaman. Tanaman sangat sensitive terhadap cekaman kekeringan dan kekurangan hara. Pada fase ini, kekeringan dan kekurangan hara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tongkol, dan bahkan akan menurunkan jumlah biji dalam satu tongkol karena mengecilnya tongkol, yang akibatnya menurunkan hasil. Kekeringan pada fase ini juga akan memperlambat munculnya bunga betina (*silking*), karena keterlambatan munculnya bunga maka tidak banyak yang dapat dibuahi sehingga berdampak pada rendahnya hasil (McWilliams, 1999).

2.4. Induksi Mutasi

Istilah mutasi pertama kali digunakan oleh Hugo de Vries, untuk mengemukakan adanya perubahan fenotipe yang mendadak pada bunga *Oenothera lamarckiana* dan bersifat menurun. Ternyata perubahan tersebut terjadi karena adanya penyimpangan dari kromosomnya (Soedjono, 2003)

Mutasi adalah perubahan pada materi genetik suatu makhluk yang terjadi secara tiba-tiba, acak, dan merupakan dasar bagi sumber variasi organisme hidup yang bersifat terwariskan (*heritable*). Mutasi juga dapat diartikan sebagai

perubahan struktural atau komposisi genom suatu jasad yang dapat terjadi karena faktor luar (mutagen) atau karena kesalahan replikasi. Peristiwa terjadinya mutasi disebut mutagenesis. Makhluk hidup yang mengalami mutasi disebut mutan dan faktor penyebab mutasi disebut mutagen (mutagenic agent). Perubahan urutan nukleotida yang menyebabkan protein yang dihasilkan tidak dapat berfungsi baik dalam sel dan sel tidak mampu mentolerir inaktifnya protein tersebut, maka akan menyebabkan kematian (lethalmutation) (Soedjono, 2003).

Pada proses penyinaran dengan sinar Gamma, dosis penyinaran akan menentukan sifat individu yang dihasilkan. Sehingga untuk mendapatkan individu yang mempunyai toleransi terhadap kekeringan maka dari itu perlu dilakukan evaluasi terhadap genotip – genotip hasil radiasi dengan berbagai dosis penyinaran iradiasi sinar gamma pada kondisi kekurangan air dan lebih nyata genotipe tersebut sebaiknya ditanam secara multilokasi di berbagai daerah – daerah yang memang merupakan lahan kering. Secara umum, mutasi dihasilkan oleh segala tipe perubahan genetik yang mengakibatkan perubahan fenotipe yang diturunkan, termasuk keragaman kromosom, sehingga menyebabkan terjadinya keragaman genetik (Soeranto, 2003).

Mutasi dapat terjadi secara spontan atau acak, dan merupakan dasar sebagai sumber keragaman bagi tanaman dan sifat yang diwariskan. Mutasi dapat terjadi secara spontan di alam atau melalui induksi. Secara mendasar, tidak terdapat perbedaan antara mutasi yang terjadi secara alami dan mutasi hasil induksi. Keduanya dapat menimbulkan variasi genetik sebagai dasar dalam seleksi tanaman (Soeranto, 2003).

Faktor yang mempengaruhi terbentuknya mutan adalah besarnya dosis iradiasi. Dosis iradiasi diukur dalam satuan Grey (Gy), 1 Gy sama dengan 0.10 krad yakni 1 Joule energy per kilogram iradiasi yang dihasilkan (Soeranto, 2003).

Dosis iradidiasi terbagi tiga yaitu tinggi (>10 k Gy), sedang (1-10 k Gy), dan rendah (<1 k Gy). Perlakuan dosis tinggi akan mematikan bahan yang dimutasi atau mengakibatkan sterilisasi. Pada umumnya dosis yang rendah dapat mempertahankan daya hidup atau tunas, dapat memperpanjang waktu pemasakan pada buah dan sayuran, serta meningkatkan kadar pati, protein, dan kadar minyak pada biji jagung, kacang dan bunga matahari. Tanaman mutan juga memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap serangan pathogen dan kekeringan dikarenakan terjadinya perubahan susunan genetik pada tubuh tanaman sehingga awalnya tanaman yang tidak toleran terhadap kekeringan, akibat diberikan iradiasi sinar gamma dapat menjadi lebih toleran terhadap kekeringan (Micke dan Donini, 1993).

2.5. Pengaruh Cekaman Salinitas pada Tanaman

Salinitas atau cekaman garam merupakan salah satu ancaman bagi produktivitas pertanian dunia di masa yang akan datang serta sebagai salah satu penyebab terjadinya degradasi lahan. Di berbagai negara, salinitas telah menjadi hal yang cukup diperhatikan karena efeknya bagi bidang pertanian. Di Australia, penurunan hasil pertanian akibat terjadinya salinitas pada lahan, menyebabkan kerugian sebesar \$130 juta dan negara tersebut harus menghabiskan \$ 6 juta per tahun untuk menjalankan program penanggulangan permasalahan yang diakibatkan oleh salinitas pada lahan pertanian (Anonim, 2001).

Salinitas adalah terdapatnya garam-garam mineral dalam konsentrasi berlebihan sehingga menekan pertumbuhan tanaman (Hardjadi dan Yahya, 1988). Penyebab utama ketidaksuburan tanah salin adalah pengaruh pasang surut air laut yang mencapai daerah pesisir. Tanah salin adalah tanah yang cukup mengandung garam dengan daya hantar listrik (DHL) lebih dari 4 mmhos cm^{-1} , pH kurang dari 8,5 dan Na-dd kurang dari 15%. Lahan ini umumnya mendapat pengaruh air laut lebih dari 4 bulan dalam setahun dengan kandungan Na dalam larutan tanah 8-15%. Selain itu salinitas juga disebabkan oleh adanya pencucian garam pada dataran tinggi ke dataran rendah melalui aliran permukaan dan daerah lahan kering dengan curah hujan lebih rendah dari evapotranspirasi. Apabila konsentrasi garam belum cukup untuk menurunkan potensial air dengan nyata ($\leq 10^{-3}$ M) maka disebut sebagai cekaman ion, sedangkan apabila konsentrasi garam cukup tinggi untuk menurunkan potensial air dengan nyata sampai 0,5-1,0 bar ($\geq 10^{-1}$ M) cekaman yang ditimbulkan disebut sebagai cekaman salinitas. Dengan demikian, tanaman yang tahan terhadap salinitas akan lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman yang tahan terhadap cekaman ion (Levitt, 1980).

Salinitas yang identik dengan peningkatan kandungan garam, merupakan gambaran banyaknya konsentrasi ion garam yang terdapat dalam media baik tanah maupun air, antara lain calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), potassium (K^+), chloride (Cl^-), bicarbonate (HCO_3^-), carbonate (CO_3^{2-}), sulfate (SO_4^{2-}) dan sebagainya. Salinitas ditunjukkan melalui pengukuran *Electrical conductivity* (EC) dalam satuan decisiemens per meter (dS/m) atau milimhos per centimeter (mmhos/cm). Selain EC pengaruh garam pada tanah atau media

juga dapat diamati melalui nilai SAR (*Sodium Absorbtion Rate*) yang menggambarkan perbandingan antara ion sodium terhadap ion lain yaitu Ca dan Mg (Yuniati, 2004).

Stress garam dan stress air memiliki hubungan yang langsung. Jumlah garam yang tinggi pada media akan menurunkan potensial osmotik sehingga tanaman kesulitan menyerap air hingga yang menyebabkannya mengalami kekeringan fisiologis. Kesulitan tanaman dalam mengambil air dari media, juga menyebabkan pengambilan beberapa unsur hara yang berada dalam bentuk ion terlarut dalam air menjadi terhambat. Keberadaan salah satu unsur mineral dalam jumlah berlebih pada tanah akan menyebabkan gangguan terhadap ketersediaan serta penyerapan unsur mineral yang lain (Cicek, 2002)

Salinitas menyebabkan gangguan pada proses metabolisme tanaman. Pada *Phaseolus vulgaris*, konsentrasi 0,05 mol/L (50 mM NaCl) menyebabkan penurunan fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis juga dapat dikaitkan dengan perilaku stomata. Pada tanaman yang mengalami stress garam, dimana juga mengalami defisiensi air, konsentrasi CO₂ pada kloroplas menurun karena berkurangnya konduktansi stomata (Gama, 2007).

Salinitas atau cekaman garam dapat menimbulkan keracunan. Pada fase kecambah, pertumbuhan kecambah akan terhambat dikarenakan bnyaknya kandungan Cl⁻ yang terlaru bersama air yang telah diimbibisi oleh kecambah. Beberapa anion seperti Cl⁻ dapat menyebabkan kerusakan membrane sel yang cukup parah dalam jumlah berlebih dan menyebabkan kebocoran pada membrane sel (Staples dan Toennissen, 1984).

Pada fase vegetatif akan berakibat buruk terhadap pertumbuhan tanaman dikarenakan NaCl dapat menyebabkan kerusakan pada komponen fotosintesis. Sehingga proses fotosintesis tidak dapat berjalan dengan lancar yang berakibat tidak terpenuhinya nutrisi tumbuh untuk tanaman yang secara tidak langsung dapat menghambat pertumbuhan tanaman itu sendiri. Selain itu terjadi kerusakan membran oleh NaCl merupakan dasar dari asumsi keracunan tanaman oleh garam. Bentuk monovalen dari ion Na dapat menggantikan jembatan divalen ion Ca sehingga melemahkan jembatan Ca yang menjadi penguat struktur membrane sel (Staples dan Toennissen, 1984).

2.6. Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Salinitas

Mekanisme toleransi tanaman terhadap garam dapat dilihat dalam dua bentuk adaptasi yaitu dengan mekanisme morfologi dan mekanisme fisiologi. Mekanisme toleransi yang paling jelas adalah dengan adaptasi morfologi.

Salinitas menyebabkan perubahan struktur yang memperbaiki keseimbangan air tanaman sehingga potensial air dalam tanaman dapat mempertahankan turgor dan seluruh proses biokimia untuk pertumbuhan dan aktivitas yang normal. Perubahan struktur mencakup ukuran daun yang lebih kecil, stomata yang lebih kecil per satuan luas daun, peningkatan sukulensi, penebalan kutikula dan lapisan lilin pada permukaan daun, serta lignifikasi akar yang lebih awal (Harjadi dan Yahya, 1988).

Ukuran daun yang lebih kecil sangat penting untuk mempertahankan turgor. Sedangkan lignifikasi akar diperlukan untuk penyesuaian osmose yang sangat penting untuk memelihara turgor yang

diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan aktivitas normal. Namun pertumbuhan akar yang terekspos pada lingkungan salin biasanya kurang terpengaruh dibandingkan dengan pertumbuhan tajuk atau buah. Hal ini diduga terjadi akibat perbaikan keseimbangan dengan mempertahankan kemampuan menyerap air (Sipayung, 2003).

Bentuk adaptasi dengan mekanisme fisiologi terdapat dalam beberapa bentuk yakni tanaman yang toleran terhadap salinitas dapat melakukan penyesuaian dengan menurunkan potensial osmosis tanpa kehilangan turgor yang biasa dikenal dengan Osmoregulasi (pengaturan potensial osmosis). Osmoregulasi pada kebanyakan tanaman melibatkan sintesis dan akumulasi solute organik yang cukup untuk menurunkan potensial osmotik sel dan meningkatkan tekanan turgor yang diperlukan bagi pertumbuhan (Basri, 1991).

Proses-proses metabolisme dari halofita biasanya dapat toleran terhadap garam. Kemampuan mengatur konsentrasi garam dalam sitoplasma melalui transpor membran dan kompartementasi merupakan aspek terpenting bagi toleransi garam. Garam disimpan dalam vakuola, diakumulasi dalam organel-organel atau diekskresi ke luar tanaman (Sipayung, 2003).

Sistem membran semi permeable yang membungkus sel, organel dan kompartemen-kompartemen adalah struktur yang paling penting untuk mengatur kadar ion sel. Membran semi permeable menghalangi difusi bebas dari garam ke dalam sel tanaman, sementara memberi kesempatan untuk penyerapan aktif atas hara-hara esensial (Harjadi dan Yahya, 1988).

2.7. Pengaruh Cekaman Kekeringan pada Tanaman

Tanaman yang mengalami cekaman air stomata daunnya menutup sebagai akibat menurunnya turgor sel daun sehingga mengurangi jumlah CO₂ yang berdifusi ke dalam daun. Kecuali itu dengan menutupnya stomata, laju transpirasi menurun sehingga mengurangi suplai unsur hara dari tanah ke tanaman, karena transpirasi 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, 1972).

Pada fase perkecambahan, kekurangan air sangat berpengaruh terhadap pembelahan sel. Apabila terjadi benih kekurangan air maka proses imbibisi tidak dapat berlangsung, akibat tidak adanya imbibisi air maka enzim – enzim yang ada dalam benih tidak dapat aktif sehingga perkecambahan tersebut tidak akan terjadi (Sutoro, 1989).

Kekurangan air pada fase vegetatif akan berdampak pada aktivitas turgor dan hilangnya turgiditas dapat menghentikan pembelahan dan pembesaran sel yang mengakibatkan tanaman lebih kecil. Sebelumnya Whigham dan Minor (1978), telah melaporkan bahwa pengaruh cekaman air pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman dicerminkan oleh daun-daun yang lebih kecil dan kurus. Hal ini dapat diartikan bahwa pertumbuhan tanaman sangat peka terhadap defisit (cekaman) air (Ritche, 1980).

Menurunnya aktivitas fotosintesis akibat menutupnya stomata daun dan berkurangnya jumlah CO₂ yang berdifusi ke dalam daun juga telah dilaporkan pada terjadi pada tanaman jagung. Sehingga pada lahan kering biasanya tanaman

jagung pada siang hari menggulungkan daunnya untuk mengurangi transpirasi air dari tubuh tanaman itu sendiri sehingga kadar air yang ada dalam tubuh tumbuhan tetap dalam keadaan yang seimbang sehingga tanaman jagung tersebut tidak mengalami kekeringan pada jaringan maupun sel – selnya dan kemungkinan kematian dapat diminimalisir (Sutoro, 1989).

Cekaman kekeringan yang sedikit saja sudah cukup menyebabkan lambat atau berhentinya pembelahan dan pembesaran sel (antara lain perluasan daun). Jika suatu tanaman mengalami cekaman air yang semakin besar, diferensiasi organ-organ baru dan perluasan maupun pembesaran organ yang telah ada merupakan bagian yang pertama kali menunjukkan respon. Stress yang lebih lanjut akan menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis (Harjadi, 1988).

Cekaman kekeringan selain mempengaruhi morfologi tanaman, juga mempengaruhi hasil tanaman. Hasil panen dapat sangat menurun pada kekeringan sedang (Taiz dan Zeiger, 2002). Hal ini disebabkan karena cekaman air akan menurunkan aktifitas fotosintesis melalui 3 mekanisme, yaitu; (1) luas permukaan fotosintesis, (2) menutupnya stomata, dan (3) berkurangnya aktifitas protoplasma yang telah mengalami dehidrasi (Islami, 1995).

2.8. Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Kekeringan

Pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan terjadi mekanisme mempertahankan turgor agar tetap di atas nol sehingga potensial air jaringan tetap rendah dibandingkan potensial air eksternal sehingga tidak terjadi plasmolisis (Jones and Turner, 1980).

Kemampuan mengontrol terhadap transpirasi juga merupakan salah satu mekanisme ketahanan tanaman terhadap adanya cekaman kekeringan (Pitono, 2008). Selanjutnya dilaporkan pula bahwa ukuran daun yang kecil dan sukulen mengurangi laju kehilangan air melalui transpirasi (Farooq, 2009). Kandungan prolin pada tanaman yang toleran terlihat meningkat akumulasinya dibandingkan tanaman yang peka terhadap kekeringan (Yoshida, 1997). Oleh karenanya, kadar prolin bisa digunakan sebagai salah satu indikator sifat ketahanan terhadap cekaman kekeringan.

Mekanisme ketahanan tanaman terhadap adanya cekaman kekeringan berbeda antar tanaman. Hasil pengamatan karakter morfo-fisiologis tanaman ubi jalar telah dilaporkan bahwa untuk mendapatkan air pada saat adanya cekaman kekeringan, akar tanaman ubi jalar mempunyai kemampuan menembus tanah sampai lebih dari 2 m dari permukaan tanah (Onwueme, 1978). Kemampuan akar padi menembus lapisan lilin setebal 3-4 mm merupakan indikator ketahanan tanaman padi terhadap cekaman kekeringan (Suardi, 2002).

Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan berusaha untuk melakukan perubahan-perubahan fisiologi sebagai bentuk adaptasinya. Salah satu bentuk adaptasi tersebut adalah kemampuan tanaman untuk mempertahankan tekanan turgor atau penyesuaian osmotik. Tekanan turgor perlu dipertahankan karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa penurunan tekanan turgor lebih merusak tanaman dibanding penurunan tekanan osmotik. Perubahan tekanan turgor akan mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia dalam tumbuhan, antara

lain dengan mengakumulasi senyawa-senyawa terlarut yang meliputi gula, asam amino, prolin dan glisin betain (Salisbury dan Ross,1995).

Kondisi kekurangan air yang sedang hingga parah, konsentrasi asam amino prolin meningkat dibandingkan asam amino lainnya (Gardner, 1991). Hal yang sama dilaporkan oleh Mathius (2001), dimana terjadi peningkatan kadar prolin pada tanaman kelapa sawit seiring dengan semakin beratnya cekaman kekeringan. Menurut Hong (2000), prolin dapat berfungsi sebagai sumber energi, nitrogen dan karbohidrat serta sebagai osmolit, sebagai respon dari kekeringan.

Prolin dapat mengurangi radikal bebas di dalam sel, sehingga dapat mencegah kerusakan akibat cekaman oksidatif. Prolin merupakan indikator tanaman yang mengalami stress air (Claussen, 2005).

Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan ditingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan ratio akar-tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon, serta perubahan ekspresi gen. Respon tanaman terhadap stres air sangat ditentukan oleh tingkat stres yang dialami dan fase pertumbuhan tanaman saat mengalami cekaman (Ritche, 1980).