



Tesis - SB142502

**RESPON PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA GALUR-GALUR PADI
(*Oryza sativa L.*) TAHAN SALIN**

Niki Habibi

NRP. 01311650010002

DOSEN PEMBIMBING

Indah Trisnawati D.T., S.Si, M.Si, Ph.D

Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS ILMU ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Respon Pertumbuhan dan Biomassa Galur-galur Padi (*Oryza sativa L.*) Tahan Salin

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Niki Habibi
NRP. 01311650010002

Tanggal Ujian : 3 Agustus 2018
Periode Wisuda: September 2018

Disetujui oleh:

1. Indah Trisnawati D.T.,S.Si, M.Si, Ph.D.

NIP: 19730622 199802 2 001

(Pembimbing I)

2. Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

NIP. 19790629 200812 1 001

(Pembimbing II)

3. Dr. Nurul Jadid, M.Sc

NIP : 19820512 200501 1 002

(Pengaji I)

4. Dk. rer. nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si, M.Sc

NIP: 19690907 199803 2 001

(Pengaji II)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RESPON PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA GALUR-GALUR PADI (*Oryza Sativa L.*) TAHAN SALIN

Mahasiswa Nama : Niki habibi
NRP : 01311650010002
Pembimbing 1 : Indah Trisnawati D.T., S.Si., M.Si, Ph.D
Pembimbing 2 : Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

ABSTRAK

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan makanan pokok paling penting, dan menyediakan sebagian besar kalori harian untuk masyarakat dunia. Di Indonesia, produksi padi hanya dapat mencapai 44.1 (000.000'ton), sedangkan permintaannya yaitu 45.2 (000.000 'ton). Lahan suboptimal salin di Indoensia memiliki peluang ekstensifikasi pertanian yang masih terbuka luas, dengan luas 0,4 juta hektar. Tantangan terbesar pertanian padi di lahan salin adalah produktivitas yang rendah. Dalam Kondisi Salin, kultivar padi tahan salin memiliki pertumbuhan dan hasil panen lebih besar dari pada kultivar padi sensitif salin. Penelitian dilakukan skala lapangan pada lahan yang memiliki salinitas tanah rendah dan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan biomassa galur-galur padi tahan salin. Respon pertumbuhan dianalisa berdasarkan tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun. Selanjutnya respon biomassa dianalisa berdasarkan biomassa kering akar, batang dan daun tanaman. Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan dan perkecambahan benih pada empat galur padi mempunya sifat toleransi yang berbeda pada salinitas yang berbeda. Salinitas menyebabkan reduksi pada tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun, baik pada fase inisiasi malai maupun keluar malai. Biomassa akar memiliki korelasi dengan biomassa total tanaman, baik pada lahan salinitas rendah maupun tinggi.

Kata kunci: Padi (*Oryza sativa L.*), Pertumbuhan, Biomassa, Partisi Biomassa, Tanah salin.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RESPONSES OF GROWTH AND BIOMASS ON THE SALINITY TOLERANCE RICE (*Oryza Sativa L.*) LINES

By : Niki habibi
Student Identity Number : 01311650010002
Supervisor : Indah Trisnawati D.T., S.Si., M.Si, Ph.D
Co- Supervisor : Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa L.*) is the most important staple food, and provided most of the daily calories to the world community. In Indonesia, rice production can only reached 44.1 (000.000'ton), while the demand is 45.2 (000.000'ton). The suboptimal saline area has wide open agricultural extensification opportunities, covering an area of 0.4 million hectares. The greatest challenge of rice farming in the saline field is low productivity. Under Saline conditions, salinity tolerance rice cultivars have greater growth and yield than salinity sensitive rice cultivars. The study was carried out on a field scale on land with low and high soil salinity. This study aims to determine the responses of growth and biomass on the salinity tolerance rice (*Oryza sativa L.*) lines. Growth response was analyzed based on plant height, number of tillers, and number of leaves. Furthermore, the biomass response was analyzed based on the dry biomass of the roots, stems and leaves of plants. The results showed that growth and germination of four rice lines has different tolerance properties at different salinity. Salinity caused reduction in plant height, number of tillers, and number of leaves, both in the panicle initiation and heading phase. Root biomass has a correlation with total plant biomass, both in low and high salinity.

Key words: Rice (*Oryza sativa L.*), Growth, Biomass, Biomass Partitioning, Saline soil.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur dipanjangkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, dan nikmat-Nya yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul: “Respon Pertumbuhan dan Biomassa Galur-galur Padi (*Oryza sativa L.*) Tahan Salin”. Tesis ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Magister (M.Si) pada Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyusun Tesis ini penulis telah mendapatkan banyak masukan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang sangat berguna dan bermanfaat. Oleh karena itu pada kesempatan ini dengan berbesar hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Indah Trisnawati D.T., M.Si, Ph.D dan Bapak Muhammad Muryono, S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing. Terima kasih kepada Bapak Dr. Nurul Jadid, S.Si, M.Sc, selaku ketua sidang seminar dan dosen penguji; serta Dr.rer.nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si, M.Sc, selaku dosen penguji Tesis. Untuk Kawan – kawan seperjuangan S2 Biologi ITS dan seluruh pihak yang membantu saya, terima kasih atas saran dan dukungannya. Sehingga dalam menyusun Tesis ini dapat berjalan dengan lancar dan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam menyusun Tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu masukan yang berupa saran dan kritik yang membangun dari para pembaca akan sangat membantu.

Surabaya, 3 Agustus 2018

Niki habibi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.2 Batasan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	5
2.2 Produksi dan Konsumsi Beras	6
2.3 Lahan Suboptimal Salin	6
2.4 Fisiologi Padi Dalam Kondisi Salin	8
2.5 Pengaruh Salinitas Terhadap Tanaman Padi.....	11
2.6 Galur Padi Tahan Salin	13
BAB 3 METODA PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15

3.2.1 Alat Penelitian	15
3.2.2 Bahan Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.3.1 Pengukuran Parameter Lingkungan	15
3.3.2 Persiapan dan Pemetaan Lahan	16
3.3.3 Persiapan dan Penanaman Benih	18
3.3.4 Uji Perkecambahan	18
3.3.5 Uji Tingkat Ketahanan Tanaman	18
3.3.6 Pengamatan dan Pengambilan sampel	19
3.3.7 Pertumbuhan Tanaman Padi.....	19
3.3.8 Biomassa Tanaman Padi.....	20
3.4 Analisa Data	20
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Kondisi Lingkungan	21
4.2 Pengaruh Salinitas Terhadap Daya Perkecambahan.....	24
4.3 Ketahan Hidup Galur-galur Padi Terhadap Tingkat Salinitas Berbeda....	26
4.4 Respon Pertumbuhan Vegetatif Galur-galur Padi Tahan Salin	29
4.4.1 Respon Tinggi Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin	29
4.4.2 Respon Jumlah Anakan Galur-galur Padi Tahan Salin	32
4.4.3 Respon Jumlah Daun Galur-galur Padi Tahan Salin	34
4.5 Respon Biomassa Galur-galur Pada Tahan Salin	36
4.5.1 Komponen Biomassa Galur-galur Padi Tahan Salin	36
4.5.2 Perakaran Galur-galur Padi Tahan Salin dalam Hubungannya dengan Toleransi Tanaman Terhadap Salinitas dan Biomassa Total Tanaman...	40
4.5.3 Partisi Biomassa Akar, Batang, dan Daun Galur-galur Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas Berbeda	45
4.5.3.1 Partisi Biomassa Akar Galur-galur Padi Tahan Salin.....	45
4.5.3.2 Partisi Biomassa Batang Galur-galur Padi Tahan Salin.....	47

4.5.3.1 Partisi Biomassa Daun Galur-galur Padi Tahan Salin.....	49
BAB 5 KESIMPULAN	51
DAFTAR PUSTAKA	53
Lampiran	81

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Persentase Negara Produksi Padi di Asia Tenggara tahun 2010 (FAOSTAT, 2012)	5
Gambar 2.2 Produksi dan Konsumsi Beras di Indonesia Tahun 2000-2015 (Departemen Pertanian, 2015)	6
Gambar 2.3 Lahan Suboptimal Pasang Surut di Indonesia Tahun 2013 (BPPP, 2013)	7
Gambar 2.4 Fisiologi Padi pada Kondisi Salin (diadaptasi dari Reddy <i>et al.</i> , 2017)	10
Gambar 3.1 Pemetaan Lahan Penelitian Menggunakan Rancangan Petak Terbagi	17
Gambar 4.1 Kandungan Unsur Hara Makro Nutrisi Tanah Tanah	21
Gambar 4.2 Salinitas Periodik Lokasi Penelitian	23
Gambar 4.3 Rerata Daya Perkecambahan pada Empat Galur Benih Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas yang Berbeda	25
Gambar 4.3 Uji Perkecambahan.....	26
Gambar 4.5 Persentase Populasi Empat Galur Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas yang Berbeda	27
Gambar 4.6 Galur-galur Padi Tahan Salin di Lahan	28
Gambar 4.7 Tinggi Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai.....	31
Gambar 4.8 Jumlah Anakan Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai.....	33
Gambar 4.9 Jumlah Daun Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai.....	35
Gambar 4.10 Akar Empat Galur Padi Tahan Salin di Lahan Salinitas Tinggi....	41
Gambar 4.11 Akar Empat Galur Padi Tahan Salin di Lahan Salinitas Rendah....	41

Gambar 4.12 Biomassa Akar Galur-galur Padi Tahan Salin	42
Gambar 4.13 Biomassa Total Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin	33
Gambar 4.14 Korelasi Biomassa Akar dengan Biomassa Total Tanaman Galur -galur Padi Tahan Salin	44
Gambar 4.15 Partisi Biomassa Akar dan Bagian Atas Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin.....	46
Gambar 4.16 Partisi Biomassa Akar, Batang, dan Daun Galur-galur Padi Tahan Salin.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter Lingkungan (Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan, 2017)	16
Tabel 3.2 Dosis Pemupukan Padi Tahan Salin (BBTP, 2018)	17
Tabel 4.1 Respon Pertumbuhan Galur-galur Padi Tahan Salin	30
Tabel 4.2 Respon Biomassa Galur-galur Padi Tahan Salin	38

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 2015-2017, pertumbuhan produksi padi dunia berjalan lamban, sebaliknya permintaan masyarakat terus meningkat setiap tahunnya. Saat ini, produksi padi hanya dapat mencapai 502.6 (000.000'ton), sedangkan permintaanya lebih besar yaitu 505.7 (000.000'ton) (FAO, 2017). Di Indonesia, produksi padi juga hanya dapat mencapai 44.1 (000.000'ton), sedangkan permintaannya yaitu 45.2 (000.000'ton) (BPS, 2015).

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan makanan pokok paling penting, dan menyediakan sebagian besar kalori harian untuk masyarakat dunia (Orthoefer, 2005; Ryan, 2011). Beberapa tahun terakhir ini produksi padi semakin terancam, dikarenakan dampak perubahan iklim (Masutomi *et al.*, 2009). Salah satu dampak perubahan iklim adalah meluasnya intrusi air laut ke dalam tanah, yang mengakibatkan salinitas tanah meningkat (Clermont-Dauphin *et al.*, 2010). Di Indonesia lahan pasang surut memiliki luas 21.1 hektar, meliputi lahan salin rendah 19.7 hektar dan lahan salin tinggi 0.4 hektar (BPPP, 2013).

Salinitas tanah membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, sehingga produktivitas padi berkurang (Zeng dan Shanon, 2000). Salinitas tanah 2-4 dS/m dianggap salinitas rendah untuk tanaman padi, sedangkan salinitas 4-10 dS/m adalah salinitas tinggi (PhilRice, 2011). Rao *et al.* (2008), melaporkan salinitas tanah 8 dS/m mengakibatkan berkurangnya hasil panen gabah, pada kultivar padi tahan salin sebesar 27%, kultivar padi semi tahan salin sebesar 46%, dan kultivar sensitif salin sebesar 50%.

Dalam kondisi salin, kultivar padi tahan salin memiliki pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang lebih tinggi dari pada kultivar padi sensitif salin (Alam *et al.*, 2004; Safitri *et al.*, 2016). Dalam penelitian Puvanitha dan Mahendran (2017), diketahui tinggi tanaman berkurang signifikan pada tingkat salinitas 5.18 –

8.13 dS/m. Penurunan tinggi tanaman disebabkan oleh reduksi dalam pembelahan sel dan pemanjangan sel (Yaghubi *et al.*, 2013). Kemampuan produksi anakan yang lebih tinggi meningkatkan jumlah malai (Safitri *et al.*, 2016). Sedangkan terhambatnya produksi anakan merupakan penyebab utama kehilangan panen (Zeng *et al.*, 2003; Haq *et al.*, 2009).

Pembentukan biomassa kultivar padi tahan salin juga diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar padi sensitif salin (Kumar *et al.*, 2009; Danai-Tambhale *et al.*, 2011; Rubel *et al.*, 2014). Salinitas menghambat penyerapan nutrisi NO_3^- oleh akar, sehingga mengurangi tingkat produksi sel dan menurunkan biomassa akar, batang, dan daun (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Pengaruh salinitas memberikan pola partisi biomassa berbeda pada setiap kultivar padi. Salinitas menurunkan secara signifikan partisi daun, dan meningkatkan partisi akar dan batang (Ali *et al.*, 2002; Tatar *et al.*, 2009). Ali *et al.* (2002), menyebutkan bahwa alokasi biomassa pada akar disarankan menjadi parameter seleksi genotip tahan salin.

Tanaman padi relatif tahan terhadap salinitas selama fase vegetatif dan fase pematangan biji; dan sensitif selama awal fase pembenihan dan reproduktif (Zeng *et al.*, 2001; Singh *et al.* 2008; Singh dan Flowers, 2010). Penelitian menggunakan parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, biomassa tanaman, partisi biomassa, dan hasil panen pada fase pembenihan hingga fase panen; telah dilakukan dalam skala rumah kaca (Tatar *et al.*, 2009; Aref, 2013; Souleymane *et al.*, 2015; Girma *et al.*, 2016). Penelitian mengenai respon pertumbuhan dan biomassa galur-galur padi tahan salin pada fase inisiasi malai dan keluar malai dalam skala lapangan, belum banyak dijelaskan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah bagaimana respon pertumbuhan dan biomassa galur-galur padi tahan salin pada fase inisiasi malai dan keluar malai.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian, meliputi:

- Lahan penelitian yang digunakan berlokasi di Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan dan Kelurahan Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya
- Salinitas tanah dikategorikan berdasarkan salinitas tanah tinggi dan salinitas tanah rendah
- Respon pertumbuhan galur-galur padi tahan salin diamati dengan pengukuran tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun.
- Biomassa galur-galur padi tahan salin dianalisa berdasarkan biomassa kering akar, batang, dan daun.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengetahui respon pertumbuhan dan biomassa galur-galur padi tahan salin pada fase inisiasi malai dan keluar malai.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk memberikan pemahaman respon pertumbuhan dan biomassa galur-galur padi tahan salin pada fase inisiasi malai dan keluar malai, dalam upaya peningkatan produktivitas padi di lahan salin.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

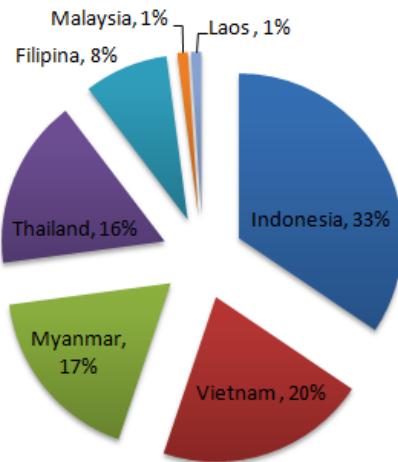
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Padi (*Oryza sativa L.*)

Padi adalah anggota genus *Oryza* di keluarga Poaceae. Berikut merupakan klasifikasi tanaman padi (*Oryza sativa L.*) :

Regnum	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta
Kelas	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Poales
Familia	:	Graminae
Genus	:	<i>Oryza</i> Linn
Species	:	<i>Oryza sativa</i> L. (Grist, 1960).

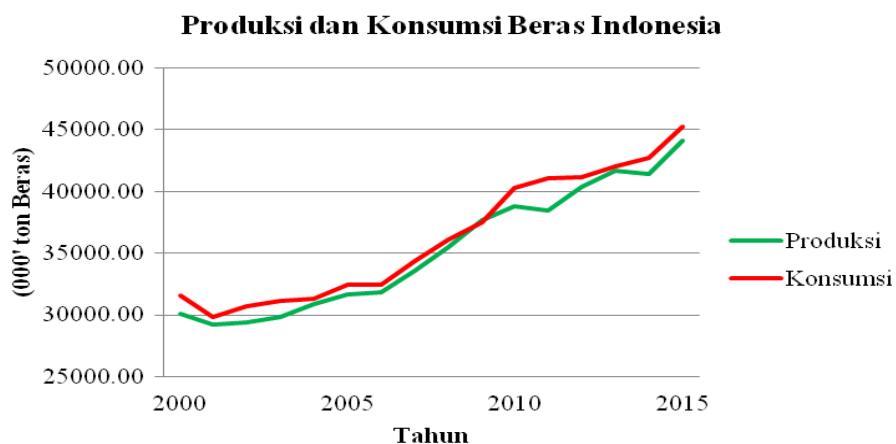
Padi menjadi salah satu tanaman pangan pokok yang paling penting di dunia, sumber karbohidrat utama dan tumbuh di lebih dari 100 negara, terutama di Asia (Gopalan *et al.*, 2007). Di Asia tenggara, Indonesia menduduki puncak tertinggi penghasil padi (Sesuai dengan Gambar 2.1) (Ghosh *et al.*, 2016).



Gambar 2.1 Persentase Negara Produksi Padi di Asia Tenggara tahun 2010 (FAOSTAT, 2012)

2.2 Produksi dan Konsumsi Beras

Beras (*Oryza sativa* L.) merupakan makanan pokok paling penting, dan menyediakan sebagian besar kalori harian untuk masyarakat dunia (Orthoefer, 2005; Ryan, 2011). Pada tahun 2015-2017, pertumbuhan produksi beras dunia berjalan lamban, sebaliknya permintaan masyarakat terus meningkat setiap tahunnya. Saat ini, produksi beras hanya dapat mencapai 502.6 (000.000'ton), sedangkan permintaanya lebih besar yaitu 505.7 (000.000'ton) (FAO, 2017). Di Indonesia, produksi beras juga hanya dapat mencapai 44.1 (000.000'ton), sedangkan permintaannya yaitu 45.2 (000.000'ton) (Sesuai dengan Gambar 2.2) (BPS, 2015). Hal ini dikarenakan peningkatan angka produksi beras hanya 0,2% padahal konsumsi beras meningkat 0,3% tiap tahunnya (Departemen Pertanian (Deptan), 2015). Upaya peningkatan produksi beras bersifat mutlak, mengingat kebutuhan beras terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk (Masganti, 2013; Deptan, 2015).



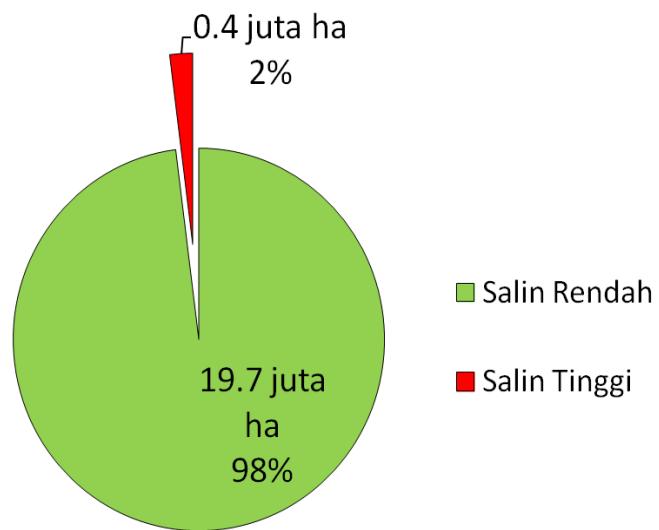
Gambar 2.2 Produksi dan Konsumsi Beras di Indonesia Tahun 2000-2015
(Departemen Pertanian, 2015)

2.3 Lahan Suboptimal Salin

Lahan suboptimal adalah lahan yang secara alamiah mempunyai produktivitas rendah karena faktor internal dan eksternal. Untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional ke depan, pemanfaatan lahan suboptimal menjadi tumpuan harapan dengan dukungan inovasi teknologi yang telah dihasilkan oleh berbagai lembaga pemerintah

maupun swasta (Mulyani dan Sarwani, 2013; Masganti, 2013). Selanjutnya, lahan suboptimal juga memiliki potensi besar untuk mengimbangi lambannya perluasan wilayah pertanian padi di Indonesia (Alihamsyah 2002; Marthen dan Max, 2014). Luas lahan suboptimal di Indonesia 149.5 juta hektar, yang sesuai untuk pertanian hanya 101,9 (Gambar 2.3) (Balitbangtan, 2015; Mulyani *et al.*, 2016).

Beberapa tahun terakhir ini produksi padi semakin terancam, dikarenakan dampak perubahan iklim (Masutomi *et al.*, 2009). Salah satu dampak perubahan iklim adalah meluasnya intrusi air laut ke dalam tanah, yang mengakibatkan bertambahnya daerah salin (Clermont-Dauphin *et al.*, 2010). Tantangan terbesar pertanian padi di lahan salin adalah produktivitas yang rendah (Mulyani dan Sarwani, 2013). Di Indonesia lahan salin memiliki peluang ekstensifikasi pertanian yang masih terbuka, dengan luas 0,4 juta hektar (Ritung, 2011; Mulyani dan Sarwani, 2013; Alwi, 2014) (Sesuai dengan gambar 2.3). Data BPS (2016), juga menunjukkan bahwa potensi lahan salin untuk pertanian padi di Indonesia adalah 1.5 juta hektar, yang kini baru dimanfaatkan 9.25%.



Gambar 2.3 Lahan Suboptimal Pasang Surut di Indonesia Tahun 2013 (BPS, 2016)

Kendala yang dihadapi dalam pertanian padi di lahan salin adalah tingkat kesuburan lahan rendah, produktivitas tanaman rendah, infrastruktur yang masih belum berfungsi secara optimal, tingkat pendidikan petani masih rendah, indeks panen masih sekali tanam setahun, dan tingginya serangan organisme pengganggu tanaman (Gowing *et al.*, 2006; Mulyani dan Sarwani, 2013; Alwi, 2014). Secara umum upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi padi di lahan salin adalah :

1. Meningkatkan potensi hasil genetik kultivar padi yang disesuaikan dengan daerah salin
2. Penerapan teknologi yang sudah ada secara optimal
3. Peningkatan luas areal panen melalui peningkatan intensitas tanam dan pembukaan areal baru

(Singh *et al.*, 2010; Alwi, 2014).

2.4 Fisiologi Padi Dalam Kondisi Salin

Demi menghasilkan kultivar padi tahan salin, beberapa studi morfo-fisiologis telah dilakukan sampai saat ini. Fokus utama dari pendekatan ini adalah untuk memaksimalkan keanekaragaman genetik. Dalam kasus padi, salinitas ditemukan menginduksi perubahan biokimia dan fisiologis yang menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan produktivitas panen (Kang *et al.*, 2005; Rao *et al.*, 2008; Fukuda *et al.* 2011; Guo *et al.*, 2017) .

Padi umumnya beradaptasi dengan kondisi salin melalui tiga mekanisme, pembatasan ion, ketahanan osmotik dan ketahanan jaringan (Munns, 2005; Munns and Tester, 2008; Roy *et al.*, 2014; Ghosh *et al.*, 2016; Reddy *et al.*, 2017) (Gambar 2.4). Berikut adalah penjelasan tiga mekanisme fisiologi adaptasi padi dalam kondisi salin :

a. Pembatasan Ion

Kekuatannya pertumbuhan tanaman merupakan salah satu faktor penentu utama ketahanan salin pada padi, dengan cara menghindari efek toksik dari salinitas

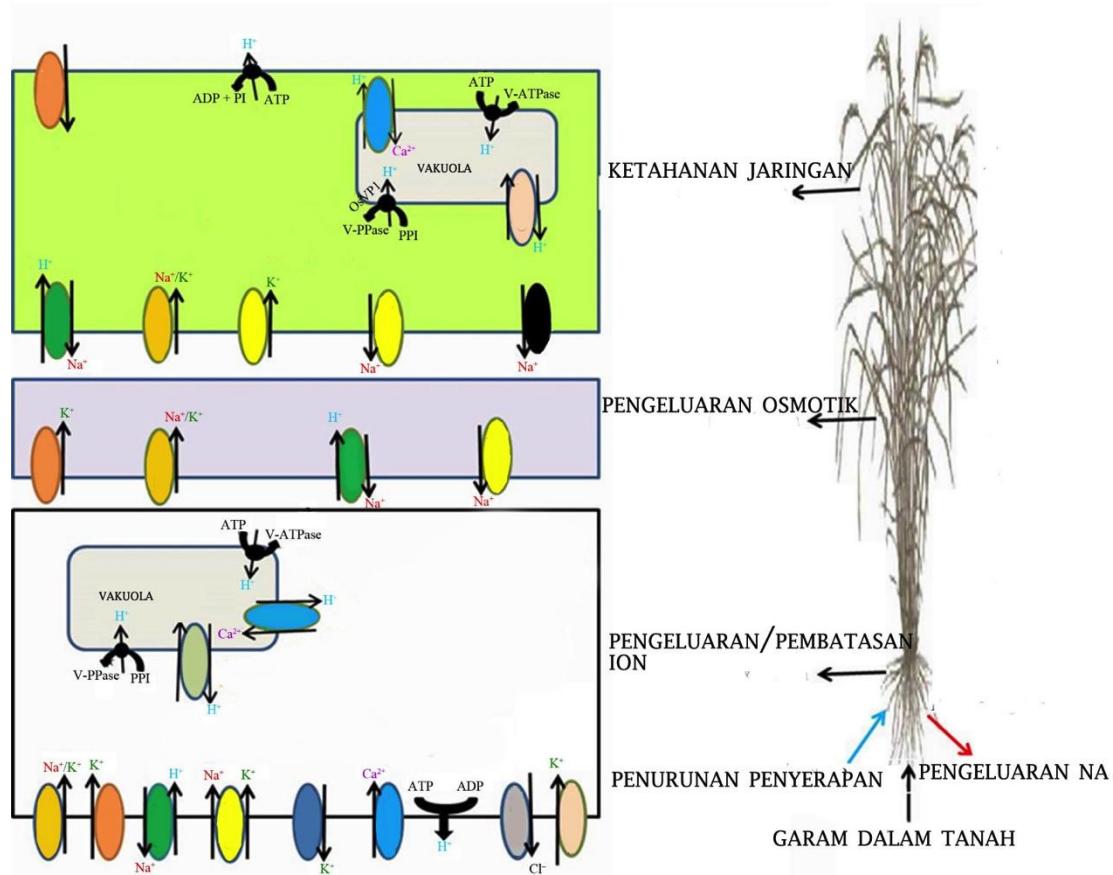
(Platten *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2013). Pembatasan ion melibatkan proses pengeluaran ion Natrium (Na^+) dari akar dengan bantuan protein membran, yang mencegah akumulasi kelebihan Na^+ dan Cl^- daun. Pembatasan ion mencakup pengambilan Na^+ dari xilem, dan penguraian ion kembali ke tanah (Jeschke, 1984; Rajendran *et al.*, 2009; Song *et al.*, 2011; Horie *et al.*, 2012).

Tanaman padi mengendalikan pengangkutan garam pada awalnya dengan penyerapan selektif oleh sel akar, dan ion masuk ke dalam akar bersama dengan air melalui rute simplastik dan apoplastik (Das *et al.*, 2015). Dalam kasus padi, sejumlah besar ion Natrium (Na^+) yang diangkut ke bagian tunas adalah melalui jalur apoplastik (Krishnamurthy *et al.*, 2009; Horie *et al.*, 2012). Pada jalur apoplastik, air memasuki rambut akar, ia bergerak dari satu sel ke sel melalui daerah intraselular di seluruh kortex untuk mengirimkan garam ke dalam xilem (Enstone *et al.*, 2002; Cai *et al.*, 2011). Adaptasi akar memiliki peran penting dalam melindungi tanaman dari penyerapan garam berlebihan (Munns and Tester, 2008). Akar harus memiliki kemampuan untuk menahan 98% garam dalam tanah, dan memungkinkan hanya 2% garam untuk diangkut dari xilem menuju seluruh organ (Munns, 2002).

b. Ketahanan osmotik

Ketahanan osmotik diatur oleh sinyal jarak jauh yang mengurangi pertumbuhan tunas yang dipicu sebelum akumulasi Na^+ . Ketahanan osmotik melibatkan kemampuan tanaman untuk menahan aspek kekeringan dari tekanan salinitas dan mempertahankan perluasan daun dan konduktansi (penangkapan CO_2) stomata (Rajendran *et al.*, 2009). Program kematian sel dengan pengaturan Natrium klorida (Na^+Cl^-). Membatasi pengangkutan Na^+Cl^- yang berlebihan ke tunas merupakan salah satu faktor kunci dalam mengurangi kerusakan salinitas pada tanaman (Ochiai dan Matoh, 2002; Li *et al.*, 2016). Tanaman mengangkut ion beracun ke daun dan selubung daun yang lebih tua untuk menyelamatkan jaringan meristik muda yang tumbuh. Perpindahan garam secara terus menerus ke

dalam daun dalam waktu lama akhirnya menghasilkan konsentrasi Na^+Cl^- yang sangat tinggi, dan daunnya mati (Munns, 2002; Wang *et al.*, 2012; Bado *et al.*, 2016).



Gambar 2.4 Fisiologi Padi pada Kondisi Salin (diadaptasi dari Reddy *et al.*, 2017)

Sebagian besar tanaman mengakumulasi zat terlarut organik tertentu karena stres osmotik. Zat-zat terlarut organik seperti prolin, glisin betain, manitol dan trehalose telah dipelajari dalam tanaman padi (Reddy *et al.*, 2017). Prolin adalah asam amino esensial untuk primer metabolisme dalam tumbuhan (Lehmann *et al.*, 2010). Prolin diperlukan untuk mempertahankan pH sitosol sel dan sebagai antioksidan atau oksigen tunggal (Greenway and Munns, 1980; Matysik *et al.*, 2002, Bhushan *et al.*, 2016). Karthikeyan *et al.* (2011), mengamati tinggi akumulasi

prolin pada padi transgenik tahan garam. Glisin adalah anggota penting di antara zat terlarut yang kompatibel melindungi cekaman salinitas, kekeringan dan suhu ekstrim (Chen dan Murata, 2008; Sobahan *et al.*, 2012). Trehalose melindungi protein dan membran sel dari denaturasi yang disebabkan oleh berbagai kondisi cekaman (Elbein *et al.*, 2003). Peningkatan akumulasi trehalose menunjukkan tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap garam, menghasilkan signifikan peningkatan fisiologis dan biokimia parameter, kandungan total gula terlarut, prolin dan berbagai aktivitas enzim oksidatif (Redillas *et al.*, 2012 ; Abdallah *et al.* 2016)

c. Ketahanan Jaringan

Ketahanan jaringan melibatkan penyerapan Na^+ dalam vakuola, sintesis zat terlarut yang kompatibel, metilasi DNA dan produksi enzim yang mengkatalisis detoksifikasi spesies oksigen reaktif (ROS) (Rajendran *et al.*, 2009; Ferreira *et al.*, 2015). Penumpukan zat organik terlarut juga dilakukan oleh sebagian besar tanaman dalam keadaan stres osmotik (Bohnert dan Shen, 1999; Xu *et al.*, 2016). Tanaman melakukan mekanisme seperti pengangkutan ion dan kompartemen; dan sintesis zat terlarut yang kompatibel untuk bertahan dalam kondisi salin. Banyak dari zat terlarut yang kompatibel ini adalah senyawa yang mengandung N, seperti asam amino, amida dan betain, sehingga metabolisme Nitrogen sangat penting di bawah tekanan garam (Lauchli dan Luttge, 2002). Salinitas memiliki efek yang lebih kuat pada metabolisme Nitrogen pada daun tua daripada pada daun muda (Wang *et al.*, 2012).

2.5 Pengaruh Salinitas Terhadap Tanaman Padi

Salinitas merupakan cekaman abiotik utama yang membatasi produksi tanaman di seluruh dunia (Tavakkoliet *et al.*, 2011). Cekaman salinitas melibatkan perubahan dalam berbagai fisiologis dan proses metabolisme, tergantung pada tingkat keparahan dan lamanya cekaman dan akhirnya menghambat produksi tanaman

(Rahnama, 2010; James *et al.*, 2011). Pertumbuhan dan pengurangan hasil panen merupakan masalah yang serius di daerah rawan salinitas dunia (Ashraf, 2009; Aref, 2013). Tingkat salinitas yang berbeda secara signifikan mempengaruhi kinerja kultivar padi yang berbeda. Dengan peningkatan salinitas, pertumbuhan, komponen hasil penen dan hasil penen berkurang di semua kultivar padi yang diuji (Pradheeban *et al.*, 2017).

Efek salinitas berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah anakan (Zeng and Michael, 2003). Peningkatan salinitas 12 dS/m mempengaruhi tinggi tanaman secara negatif menyebabkan penurunan tinggi pada sebagian besar kultivar padi berkisar 21-61% (Hakim *et al.*, 2014; Girma *et al.*, 2016) Secara umum, diamati bahwa penurunan tinggi pada tanaman padi merupakan efek penurunan biomassa tunas dan akar. Penurunan tinggi tanaman ini dapat dikarenakan pengurangan kadar air daun yang menyebabkan penutupan stomata dan mengurangi laju fotosintesis (Amirjani, 2010). Selanjutnya tingkat 12 dS/m juga mempengaruhi jumlah anakan, yang menyebabkan hanya kultivar tahan salin yang mampu memiliki anakan (Aref 2013; Hakim *et al.*, 2014; Girma *et al.*, 2016)

Pada tingkat biomassa, salinitas memberikan reduksi biomassa basah dan biomassa kering. Pengurangan biomassa basah dan kering belum terjadi signifikan pada salinitas 4.5 dS/m (Alam *et al.*, 2014). Ketika salinitas dinaikkan 12 dS/m kultivar tidak tahan salin mengalami kematian (Girma *et al.*, 2016). Pada fase pemberian, kultivar tahan salin memiliki biomassa kering tunas dan akar yang lebih besar, sejalan dengan tingginya kandungan pigmen klorofil dan antosianin dalam jaringan (Szekely *et al.*, 2017). Pengurangan biomassa dapat terjadi akibat salinitas menurunkan indeks luas daun dan jumlah klorofil sehingga memperlambat laju fotosintesis (Gholizadeh *et al.*, 2011)

Dalam penelitian Girma *et al.* (2016), kultivar padi sensitif salin memiliki kehilangan panen 59-100% sedangkan kultivar padi tahan salin kehilangan panen 37-46% pada kondisi salin 12 dS/m. Penelitian Grattan *et al.* (2002), menunjukkan pengurangan hasil panen terjadi sebesar 12% untuk setiap peningkatan salinitas di

atas 3 dS/m. Penggunaan irigasi air asin sebaiknya digunakan setelah pembentukan malai hingga pematangan biji, agar tidak tidak kehilangan hasil tinggi (Rad *et al.*, 2012).

2.6 Galur Padi Tahan Salin

Saat ini telah didapatkan galur-galur padi tahan salin, yang diharapkan menjadi kultivar-kultivar tahan salin (Nafisah dan Aan, 2008; Djufry *et al.*, 2011). Dalam kondisi salin, kultivar padi tahan salin memiliki pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang lebih tinggi dari pada kultivar padi sensitif salin. (Alam *et al.*, 2004; Safitri *et al.*, 2016). Kemampuan produksi anakan yang lebih tinggi meningkatkan jumlah malai (Safitri *et al.*, 2016). Sedangkan terhambatnya produksi anakan merupakan penyebab utama kehilangan panen (Zeng *et al.*, 2003; Haq *et al.*, 2009). Pembentukan biomassa kultivar padi tahan salin juga diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar padi sensitif salin (Kumar *et al.*, 2009; Danai-Tambhale *et al.*, 2011; Rubel *et al.*, 2014). Pengaruh salinitas menghasilkan pola partisi biomassa berbeda pada setiap kultivar padi. Salinitas menurunkan secara signifikan rasio daun, dan meningkatkan rasio akar dan batang (Ali *et al.*, 2002; Tatar *et al.*, 2009).

Partisi biomassa merupakan respons adaptif, sebagai mekanisme untuk memaksimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Partisi biomassa tanaman yang optimal bergantung pada nutrisi dan faktor lingkungan (Poorter *et al.*, 2012; Irving, 2015). Saat kadar N rendah, biomassa dipartisi pada produksi akar. Sedangkan saat kadar N tinggi, biomassa dipartisi terhadap produksi daun (Irving, 2015).

Partisi biomassa tidak lepas dari alokasi biomassa (Poorter *et al.*, 2012), Thornly (1972) menyebutkan bahwa N yang diserap oleh akar dapat digunakan langsung di akar atau dialokasikan pada daerah batang. Seiring pertumbuhan tanaman, partisi biomassa dialokasikan lebih besar ke batang dan organ-organ tanaman bagian atas (Irving, 2015). Ali *et al.* (2002) melaporkan efek cekaman garam pada partisi biomassa kering tanaman padi dan menyarankan agar preferensi partisi

biomassa kering ke sistem akar dan bukan pada tunas harus dijadikan parameter seleksi genotip tahan salin. Beberapa galur padi tahan salin, diantaranya CSR90-IR-2 dan IR58443-6B-10-3. CSR90-IR-2 telah dirilis dengan nama kultivar Inpari 35 telah (Can and Lang, 2007; Badan Litbang Pertanian, 2017).

BAB 3

METODA PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di lahan percobaan SMK Pertanian Sunan Drajat yang berjarak 1 km dari pantai, terletak di desa Banjarwati, kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan (0 dpl), Jawa timur, dengan kategori lahan tingkat salinitas tinggi. Penelitian ini juga dilaksanakan dalam bentuk lahan pertanian di kelurahan Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur, yang digunakan sebagai lahan salinitas rendah. Pengukuran biomassa kering tanaman dilakukan di Laboratorium Ekologi, Biologi- ITS, Surabaya.

3.2 Alat dan Bahan penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi peralatan tanam, pH meter, *Electrical Conductivity* (EC) meter, Corer, penggaris, plastik klip, *Coolbox*, kamera, dan alat tulis.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian adalah benih galur-galur padi tahan salin IR86385-38-1-1-B (S4), HHZ 14-SAL19-Y1 (S10), kultivar padi tahan salin Inpari 35 (S13) dan padi lokal Ciherang (L18), pupuk, insektisida, plastik, aluminium foil dan kertas label.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan berkala pada 0, 20, 40 dan 60 hari setelah semai (hss). Parameter lingkungan yang diukur meliputi kandungan Klorida (Cl^-) tanah, salinitas tanah, salinitas irigasi, pH tanah, pH irigasi, kadar air

tanah dan intensitas cahaya (Sesuai dengan Tabel 3.1). Kandungan Cl^- dan kadar air tanah diujikan di Laboratorium Kualitas Lingkungan- Teknik Lingkungan ITS. Pengukuran pH tanah dan irigasi diukur menggunakan pH meter. Tingkat salinitas tanah dan irigasi diukur menggunakan *Electric Conductivity meter*. Intensitas cahaya diukur menggunakan Lux meter. Pada awal penelitian dilakukan analisa kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K^+) tanah. Tanah disampling menggunakan *corer* hingga kedalaman tanah 15 cm. Tanah dimasukkan dalam plastik klip dan dimasukkan dalam *coolbox*. Tanah diujikan di Laboratorium Kualitas Lingkungan- Teknik Lingkungan ITS.

Tabel 3.1 Paramater Lingkungan

Paramater		Salinitas Tinggi	Salinitas Rendah
Kota		Lamongan	Surabaya
Garis lintang		$6^\circ 52'49.04''\text{S}$	$7^\circ 17'22.81''\text{S}$
Garis Bujur		$112^\circ 23'11.59''\text{E}$	$112^\circ 47'28.57''\text{E}$
Ketinggian		50.32 m	33.3 m
Tanah	Jenis Tanah	Aluvial	Lempung lanau
	Nitrogen (N) (mg/gr)	1840	5902
	Fosfat (P) (mg/gr)	4700	1894
	Kalium (K) (mg/gr)	2300	1165
	Klorida (Cl) (mg/gr)	4219-5210	4958-8771
	Salinitas (dS/m)	6.59-8.51	2.94-5.2
Irigasi	Keasaman (pH)	6.8-7	7.1-8.65
	Kadar Air (%)	18.84-32.74	54.3-62.55
	Salinitas (dS/m)	0.87-1.56	1.93-3.37
	Keasaman (pH)	6.9-7.0	6.39-7.78
Intensitas Cahaya (Lux)		20300-35000	46600-73000

(Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan, 2017)

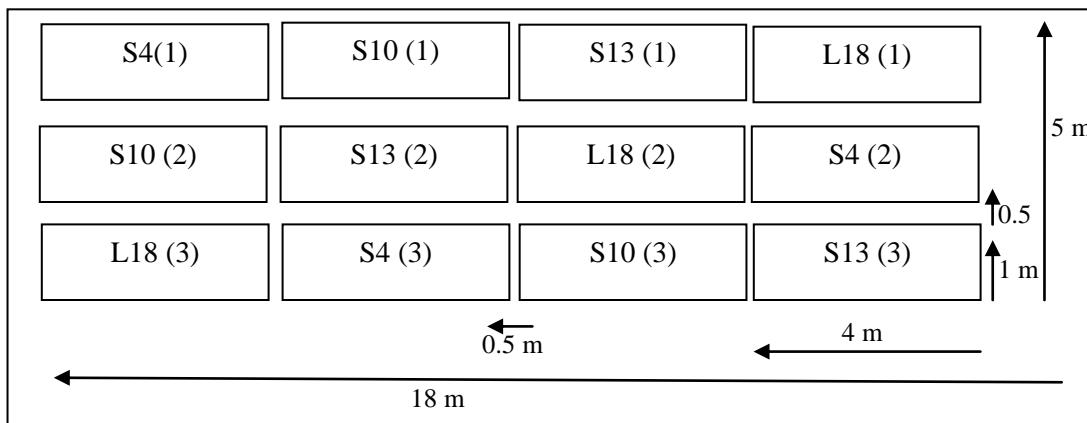
3.3.2 Persiapan dan Pemetaan Lahan

Lahan yang digunakan untuk penelitian berukuran 18x5 meter. Pemetaan lahan dibagi menjadi 12 petak. Petak berukuran 4x1 meter. Jarak tanam dibuat 25x25 cm. Satu petak ditanam 64 individu padi/ galur. Pemupukan dilakukan tiga periode hari setelah semai (hss) dan tiga periode hari setelah tanam (hst) sesuai rekomendasi Permentan No. 40 Tahun 2007 (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Dosis Pemupukan Padi Tahan Salin

Waktu pemberian	Urea (g/m ²)	SP36 (g/m ²)	KCl (g/m ²)
5 hss	10	15	10
12 hss	10	-	-
20 hss	10	-	-
0 hst	750	1000	500
2 hst	1000	-	-
6 hst	1000	-	300

(BBPTP, 2018)



Gambar 3.1 Pemetaan Lahan Penelitian Menggunakan Rancangan Petak Terbagi

Masing-masing galur padi salin dianalisa menggunakan rancangan petak terbagi (split plot design) dengan salinitas tinggi dan rendah sebagai petak utama dan galur-galur (4) sebagai anak, dengan tiga pengulangan (Sesuai dengan Gambar 3.1) (diadaptasi dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2015).

3.3.3 Persiapan dan Penanaman Benih

Benih galur-galur padi tahan salin yang digunakan ada 4 galur. Benih disiapkan masing-masing per galur sejumlah 64 benih. Sebelum ditanam, benih direndam dalam air selama satu hari. Setelah direndam, benih diperam dalam daun pisang selama satu hari hingga tumbuh mata tunas. Penanaman benih di lahan Lamongan dilakukan menggunakan metode tanam biji langsung, dengan kedalaman 3 cm. Sedangkan, penanaman benih di lahan Surabaya menggunakan metode tanam benih, berumur 25 hari setelah semai (hss).

3.3.4 Uji Perkecambahan

Uji perkecambahan galur-galur padi tahan salin dilakukan pada fase pemberian (12 hss), dengan parameter persentase tanaman hidup. Pengujian dilakukan di lahan salin rendah dan salin tinggi. Pengujian pada tanah tidak salin dalam polybag, digunakan sebagai kontrol. Fase awal pemberian (12 hss) merupakan fase sensitif padi terhadap cekaman salinitas (Hoang *et al.*, 2016). Persentase perkecambahan hidup diketahui dengan menghitung jumlah populasi benih hidup dibagi jumlah populasi benih yang disebar.

$$\text{Perkecambahan (\%)} = \frac{\text{Jumlah benih hidup (n)}}{\text{Jumlah benih yang disebar (n)}}$$

3.3.5 Uji Tingkat Ketahanan Tanaman

Uji ketahanan galur-galur padi tahan salin dilakukan pada fase keluar malai (60 hss), dengan parameter persentase tanaman hidup. Pengujian dilakukan di lahan salin rendah dan salin tinggi. Fase awal pemberian (60 hss) merupakan fase sensitif

padi terhadap cekaman salinitas (Rad *et al.*, 2012). Persentase tanaman hidup diketahui dengan menghitung jumlah populasi tanaman hidup dibagi jumlah populasi tanaman yang ditanam.

$$\text{Ketahanan Hidup (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman hidup (n)}}{\text{Jumlah tanaman yang ditanam (n)}} \times 100$$

3.3.6 Pengamatan dan Pengambilan Sampel Tanaman

Pengamatan dan pengambilan sampel dilakukan pada sampel tanaman yang representatif, memiliki tinggi tanaman maksimum. Setiap satu petak lahan diambil satu tanaman sebagai sampel, sehingga didapatkan tiga sampel tanaman per galur (Sesuai dengan Gambar 3.1). Pengambilan sampel dilakukan pada seluruh bagian tanaman, di fase inisiasi malai (50 hss) dan keluar malai (60 hss). Selanjutnya sampel dimasukkan dalam plastik dan diberikan label. Sampel dimasukkan dalam *coolbox* dan dibawa ke laboratorium untuk pengujian.

3.3.7 Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Pengamatan pertumbuhan galur-galur padi tahan salin dilakukan pada fase inisiasi malai (50 hss) dan keluar malai (60 hss) dengan parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun.

a. Pengamatan Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman galur-galur padi tahan salin diukur mulai dari pangkal batang di atas permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi. Pengukuran dilakukan dengan penggaris hingga dalam satuan centimeter (cm).

b. Penghitungan Jumlah Anakan

Jumlah anakan galur-galur padi tahan salin dihitung berdasarkan jumlah anakan tanaman padi yang tumbuh dari batang padi utama. Apabila dalam rumpun tanaman padi terdapat 10 batang, maka jumlah anakan tanaman padi adalah 9 batang, karena satu batang sisanya adalah tanaman padi induk/utama.

c. Penghitungan Jumlah Daun

Jumlah daun galur-galur padi tahan salin dihitung seluruh jumlah daun tanaman yang masih hidup (daun hijau).

3.3.8 Biomassa Tanaman Padi

Biomassa tanaman galur-galur padi tahan salin diketahui dengan mengukur berat biomassa kering. Pengambilan sampel dilakukan pada fase inisiasi malai dan keluar malai. Tanaman padi diambil dan dipisahkan dengan pisau menjadi tiga bagian meliputi akar, batang, dan daun. Setiap bagian dibungkus dengan *aluminium foil* dan dikeringkan dengan suhu 75⁰C, selama 72 jam (Girma *et al.*, 2017). Setelah biomassa kering, setiap bagian tanaman ditimbang dengan timbangan analitik untuk mengukur berat biomassa kering.

3.4 Analisa data

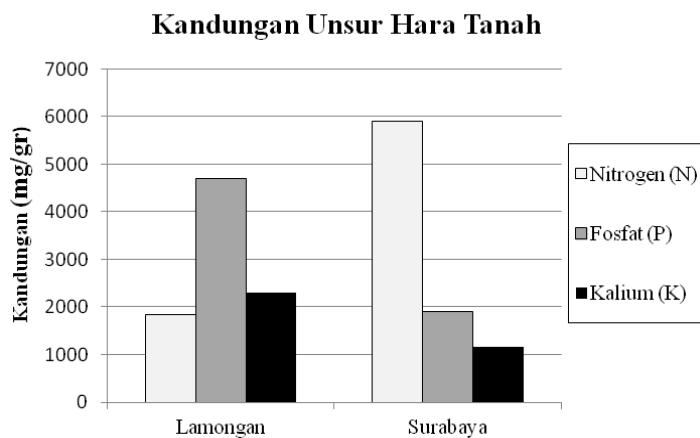
Data yang diperoleh dari hasil pengukuran pertumbuhan dan biomassa kering, dianalisis secara statistik menggunakan *Analisis of Varian* (ANOVA) tiga arah, berdasarkan fase pertumbuhan, jenis galur padi, dan tingkat salinitas dengan menggunakan SPSS 16.0. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui beda nyata dengan selang kepercayaan 95%. Uji regresi linier juga dilakukan untuk mengetahui hubungan antara biomasssa akar dengan biomasssa total tanaman.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lingkungan

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan pada bulan Oktober 2017 sampai November 2017 yang dilaksanakan di lahan percobaan SMK Pertanian Sunan Drajat Kecamatan Paciran, Lamongan. Terletak 1.1.km dari laut, memiliki curah hujan bulan Oktober dan November masing-masing 164 dan 131 mm (BPS kota Lamongan, 2016). Suhu udara bulan Oktober 2017 25-36 °C dan bulan Nopember 2017 25-35 °C (Accuweather, 2017). Lokasi Penelitian berikutnya dilaksanakan di lahan pertanian padi Kelurahan Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya pada bulan Juni 2018 sampai Juli 2018. Curah hujan bulan Juni dan Juli masing-masing 126 dan 90 mm (BPS kota Surabaya, 2016). Suhu udara bulan Juni 26-34 °C dan Juli 24-34 °C (Accuweather, 2018).



Gambar 4.1 Kandungan Unsur Hara Makro Nutrisi Tanah

Karakter tanah di lokasi penelitian Lamongan adalah tanah aluvial. Hasil pengujian tanah menunjukkan bahwa lokasi penelitian Lamongan memiliki kandungan unsur hara Fosfat (P) dan Kalium (Kalium) yang lebih tinggi dari unsur

Nitrogen (N) (Sesuai dengan Gambar 4.1). Sedangkan karakter tanah di lokasi penelitian Surabaya adalah lempung lanau. Hasil pengujian tanah menunjukkan bahwa lokasi penelitian Surabaya memiliki kandungan unsur Nitrogen (N) lebih tinggi daripada unsur Fosfat (P) dan Kalium (Kalium) (Sesuai dengan Gambar 4.1).

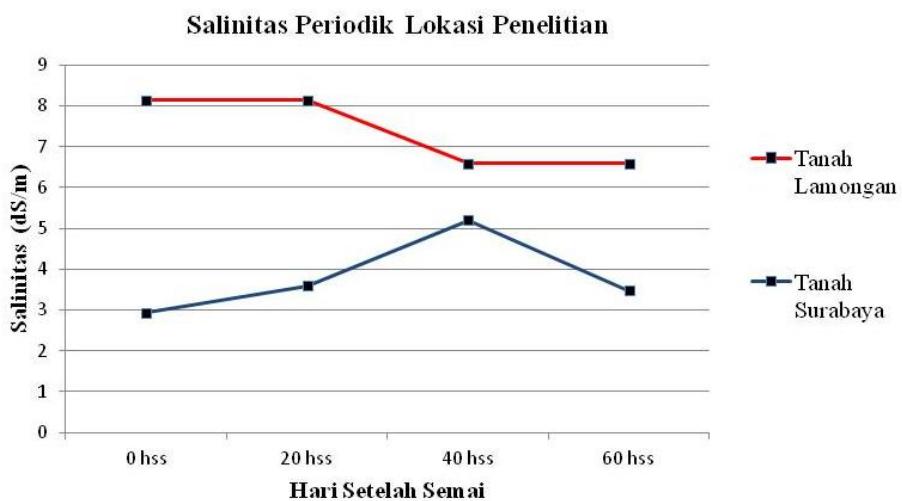
Nitrogen (N) merupakan makro nutrisi utama bagi tanaman, sebagai penyusun protein esensial dan klorofil. Nutrisi N memiliki peran penting dalam berbagai proses fisiologis. Fungsi N diantaranya untuk memberikan warna hijau pada tanaman, pertumbuhan daun dan batang, merangsang pertumbuhan akar, pembentukan biomassa, partisi biomassa dan meningkatkan hasil panen (Massignam *et al.*, 2009; Camila *et al.*, 2011; Bloom , 2015; Hemerly, 2016). Dalam kondisi salin, N dibutuhkan untuk pembentukan asam amino, enzim-enzim, hormon-hormon yang dibutuhkan untuk melakukan adaptasi (Lauchli dan Luttge, 2002)

Fosfor (P) merupakan makro nutrisi dalam pembentukan komponen asam nukleat, fosfolipid, dan ATP. Nutrisi P terlibat dalam pengontrolan reaksi enzim dan pengaturan jalur metabolisme (Theodorou dan Plaxton, 1993). Pada tanaman, nutrisi P dibutuhkan untuk meningkatkan jumlah daun, luas permukaan daun, peningkatan biomassa, dan partisi biomassa tanaman (Kim, 2016). Dalam kondisi salin, nutrisi P dapat menurunkan penyerapan ion toksik Natrium (Na) dalam akar (Khan *et al.*, 2013)

Kalium (K) adalah makro nutrisi yang berperan sebagai osmotikum utama dalam vakuola, mendorong pembentukan tekanan turgor dalam ekspansi sel, dan pertumbuhan akar (Wegner, 2013; Yang *et al.*, 2014). Nutrisi K memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman, dan berkontribusi besar terhadap kelangsungan hidup tanaman saat terdapat cekaman biotik dan abiotik. Dalam kondisi tercekam salinitas, nutrisi K dapat mengurangi akumulasi ion toksik Natrium (Na) dalam jaringan tanaman (Maathuis dan Amtmann, 1999; Munn dan Tester, 2008; Shabala dan Cuin, 2008).

Salinitas tanah di lokasi penelitian Lamongan rata-rata adalah 7.37 dS/m, termasuk dalam salinitas tanah tinggi (PhilRice, 2011). Lahan yang digunakan

merupakan lahan sawah tada hujan dengan kadar air rata-rata 24,29 % jika tidak ada hujan. Salinitas tanah mengalami penurunan dimungkinkan karena irigasi air yang memiliki salinitas rendah (Sesuai dengan Gambar 4.2). Pengambilan sampel tanaman pada 50 hss dan 60 hss, berada pada salinitas tanah 6.59 dS/m.



Gambar 4.2 Salinitas Periodik Lokasi Penelitian

Salinitas tanah di lokasi penelitian Kelurahan Keputih, Surabaya rata-rata adalah 3.80 dS/m, termasuk dalam salinitas tanah rendah (PhilRice, 2011). Lahan yang digunakan merupakan lahan sawah dengan kadar air rata-rata 58,61 %. Salinitas tanah hingga 40 hss mengalami kenaikan mengikuti irigasi air yang diberikan (Sesuai dengan Gambar 4.2). Pengambilan sampel tanaman pada 50 hss dan 60 hss, berada pada salinitas tanah 5.2-3.48 dS/m. kondisi lingkungan seperti curah hujan dan evaporasi air tanah juga dapat mengakibatkan perubahan karakter salinitas tanah (El-Swaify, 2000; Tan, 2000; Gama *et al.*, 2007; Sposito, 2008).

Salinitas tanah merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Shrivastava dan Kumar, 2015). Salinitas menurunkan pertumbuhan tanaman dikarenakan terjadi peningkatan tekanan osmotik pada tanaman dan gangguan penyerapan nutrisi tanaman. Konsentrasi garam yang

tinggi pada tanah salin mengurangi kemampuan tanaman untuk mendapatkan air, yang disebut sebagai efek osmotik. Efek osmotik dari salinitas, menginduksi perubahan metabolisme pada tanaman dan mengurangi pertumbuhan tanaman (Läuchli dan Epstein, 1990; Munns *et al.*, 2002).

Pada kondisi salin, akumulasi Ion Na^+ dan Cl^- menghambat penyerapan K^+ dan NO_3^- untuk pengikatan sel dan transport protein dalam sel akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011). Nutrisi NO_3^- berperan penting dalam meningkatkan hasil panen. Terhambatnya nutrisi NO_3^- mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman (Bloom, 2015; Hemerly, 2016).

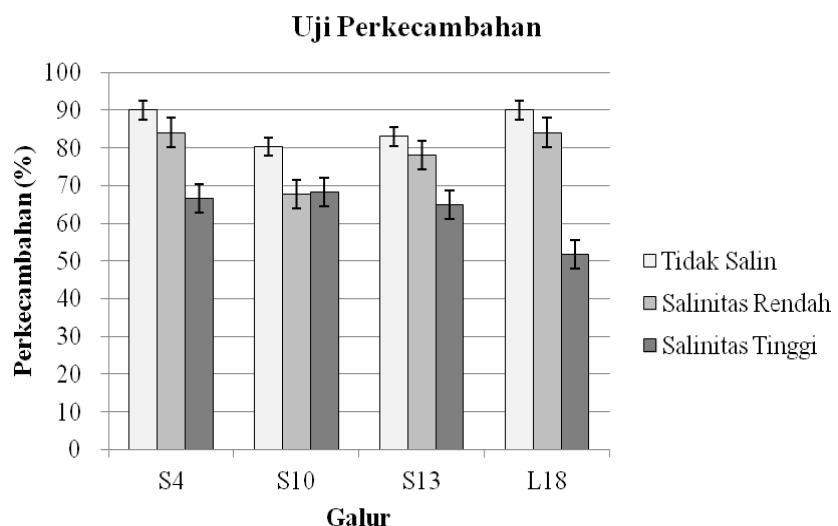
4.2 Pengaruh Salinitas Terhadap Daya Perkecambahan

Pengujian perkecambahan dilakukan untuk mengetahui persentase daya kecambah dan kemampuan hidup benih galur-galur padi tahan salin pada masing-masing lokasi penelitian. Hasil uji perkecambahan menunjukkan salinitas menurunkan persentase perkecambahan pada galur-galur padi tahan salin (Sesuai dengan Gambar 4.3). Tingkat salinitas yang tinggi menurunkan persentase perkecambahan pada semua galur yang ada.

Pada salinitas rendah, galur padi S13 memiliki reduksi terendah (5%) dibanding kontrol, dan galur padi S10 memiliki reduksi tertinggi (13%) dibanding kontrol. Sedangkan pada salinitas tinggi, galur padi S10 memiliki reduksi terendah (12%) dibanding kontrol, dan galur padi L18 memiliki reduksi tertinggi (38%) dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat salinitas pada lahan penelitian mereduksi persentase perkecambahan galur-galur padi tahan salin. Hasil yang sama juga ditemukan Kazemi dan Eskandari (2011), dimana perkecambahan tanaman padi mengalami penurunan pada salinitas 2-8 dS/m.

Faktor yang mempengaruhi perkecambahan diantaranya genotip, hormon, dan lingkungan. Perbedaan kemampuan benih pada masing-masing galur terhadap salinitas, dipengaruhi oleh variasi genotip diantara galur-galur yang ada (Hakim *et al.*, 2014), sehingga pada tingkat salinitas yang sama, fenotip tanaman yang diekspresikan juga

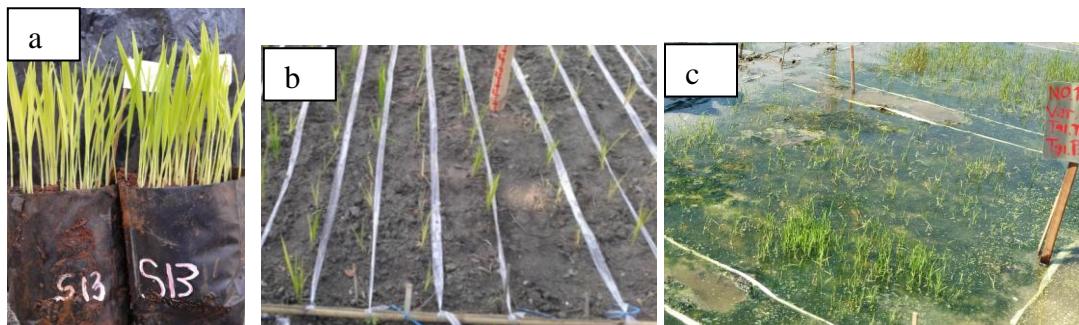
berbeda (Rubel *et al.*, 2014). Dalam kondisi salin, daya perkecambahan diatur oleh hormon untuk melakukan adaptasi. Hormon yang mengatur perkecambahan adalah asam giberalik (GA) dan asam absisat (ABA). Kedua hormon ini, memantau kesetimbangan antara dormansi benih dan perkecambahan (Lianes *et al.*, 2016; Shu *et al.*, 2016). ABA memainkan peran sentral dalam induksi dan pemeliharaan dormansi benih (Rodríguez-Gacio *et al.*, 2009; Miransari dan Smith, 2014). Shu *et al.*, (2017) melaporkan bahwa salinitas menghambat perkecambahan biji dengan menurunkan GA dan meningkatkan ABA.



Gambar 4.3 Rerata Persentase Perkecambahan pada Empat Galur Benih Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas yang Berbeda

Faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, pH, nutrisi dan kadar air tanah diketahui mempengaruhi perkecambahan biji (Martins *et al.*, 2000; Canossa *et al.*, 2008; Ikeda *et al.*, 2008; Rizzardi *et al.*, 2009). Air adalah kebutuhan dasar untuk perkecambahan, karena sangat penting untuk aktivasi enzim, pemecahan biji, translokasi, dan penggunaan penyimpanan bahan cadangan. Pada kondisi salin, konsentrasi garam yang lebih tinggi menghambat penyerapan air oleh akar (Jamil *et*

al., 2006; Ologundudu *et al.*, 2014). Ayaz *et al.*, (2000) melaporkan bahwa reduksi persentase perkecambahan terkait dengan pengurangan penyerapan air pada biji.



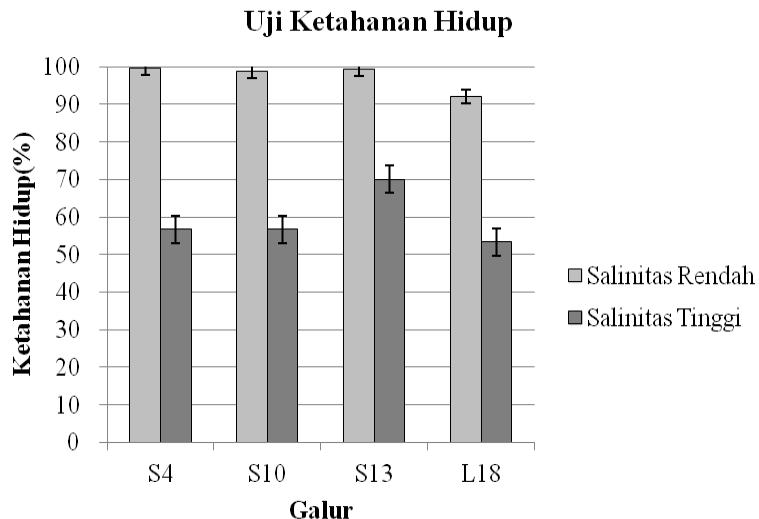
Gambar 4.4 Uji perkecambahan. a) Polibag (non salin), b) Lahan Salin Tinggi, c) Lahan Salin Rendah.

4.3 Ketahanan Hidup Galur-galur Padi Terhadap Tingkat Salinitas Berbeda

Setelah dilakukan uji perkecambahan (Sesuai Gambar 4.4), selanjutnya tanaman ditumbuhkan pada masing-masing lahan penelitian hingga 60 hss, untuk mengetahui ketahanan hidup tanaman padi pada salinitas yang berbeda. Pengamatan ketahanan hidup dilakukan dengan menghitung persentase daya hidup tanaman galur-galur padi tahan salin. Hasil analisa uji ketahanan menunjukkan salinitas menurunkan persentase ketahanan hidup tanaman galur-galur padi tahan salin.

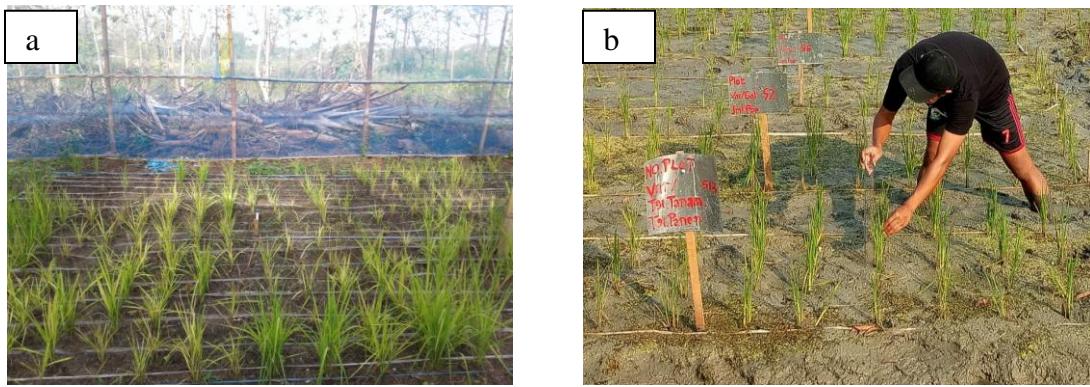
Pada salinitas rendah, galur S4 memiliki persentase ketahanan tertinggi (100%) dan galur L18 memiliki persentase ketahanan terendah (92%). Pada salinitas tinggi, galur S13 memiliki persentase ketahanan tertinggi (70%) dan galur L18 memiliki persentase ketahanan terendah (53%). Hal ini menunjukkan tingkat salinitas yang tinggi menurunkan persentase ketahanan hidup pada semua galur padi tahan salin. Pada kondisi salin, padi mengalami reduksi tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, dan biomassa (Girma *et al.*, 2016). Rad *et al.* (2012), menyebutkan bahwa padi sensitif terhadap salin pada fase reproduktif, termasuk fase keluar malai. Cekaman salinitas mengurangi pertumbuhan daun dan memicu penuaan daun. Ini menurunkan kapasitas fotosintesis total tanaman, sehingga membatasi

kemampuannya untuk menghasilkan pertumbuhan, biomassa, dan hasil panen (Yeo, 2007).



Gambar 4.5 Persentase Ketahanan Hidup Empat Galur Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas yang Berbeda

Faktor ketahanan hidup tanaman pada kondisi salin dipengaruhi oleh genotip, hormon tanaman dan fase pertumbuhan tanaman (Zeng *et al.*, 2002; Kirill *et al.*, 2016). Kirill *et al.* (2016), menyebutkan bahwa genotip padi yang memiliki kemampuan mempertahankan transportasi K^+ dan NO_3^- pada akar, memiliki sifat tahan salin. Akumulasi Ion Na^+ dan Cl^- menghambat penyerapan K^+ dan NO_3^- untuk pengikatan sel dan transport protein dalam sel akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011). Nutrisi K^+ berperan penting untuk mempertahankan turgor sel dan aktivitas enzim (Xiong dan Zhu, 2001). Sedangkan nutrisi NO_3^- dibutuhkan tanaman untuk produksi sel dan pembentukan biomassa tanaman (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Penghambatan nutrisi K^+ dan NO_3^- mungkin menjadi penyebab utama penurunan persentase ketahanan hidup tanaman dalam kondisi salinitas tinggi (Rad *et al.*, 2012).



Gambar 4.6 Galur-galur Padi Tahan Salin di Lahan Umur 60 hss. a) Lahan Salin Tinggi, b) Lahan Salin Rendah.

Ketahanan hidup tanaman padi terhadap cekaman salinitas, berubah seiring bertambahnya fase pertumbuhan. Padi sensitif salin pada tahap pemberian, cukup tahan salin pada tahap vegetatif, dan sangat sensitif salin pada tahap reproduktif (Lutts *et al.*, 1995; Zeng *et al.*, 2002). Cekaman salinitas menyebabkan penurunan fotosintesis, penghambatan pertumbuhan tanaman, kehilangan biomassa, dan kemandulan parsial, yang semuanya menyebabkan pengurangan hasil panen (Khatun dan Flowers, 1995; Pardo, 2010; Munns, 2011; Todaka *et al.*, 2012). Pada kondisi salin tinggi, ion Na^+Cl^- menurunkan signifikan biomassa dan ketahanan hidup tanaman padi (Yeo *et al.*, 1990; Kirill *et al.*, 2016).

Uji perkecambahan (Sesuai dengan Gambar 4.3) menunjukkan dinamika tingkat salinitas tanah dapat menyebabkan keragaman persentase perkecambahan pada empat galur padi yang ada. Galur yang berkecambah adalah galur yang mampu melakukan pembentukan kecambah pada tingkat salinitas lahan yang berbeda. Selanjutnya uji ketahanan hidup (Seusai dengan Gambar 4.5) mengindikasikan kemampuan galur bertahan hidup pada kondisi cekaman salinitas di lahan penelitian. Galur dengan persentase ketahanan hidup tertinggi pada fase ini dapat digunakan untuk mengindikasikan kemampuannya bertahan hidup hingga panen.

4.4 Respon Pertumbuhan Vegetatif Galur-galur Padi Tahan Salin

Respon pertumbuhan dianalisa menggunakan parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun. Pengamatan respon pertumbuhan digunakan sampel tanaman yang representif, memiliki tinggi tanaman maksimum (*Djufry et al.*, 2011). Sampel tanaman yang memiliki tinggi maksimum digunakan untuk mendapatkan sampel tanaman yang memiliki respon ketahanan terbaik, dengan potensi hasil panen terbesar (Palme dan Teale, 2014). Parameter tinggi tanaman dan jumlah anakan telah digunakan pada beberapa penelitian terkait efek dari salinitas (Karami *et al.*, 2010; Aref, 2013; Safitri, 2016). Sedangkan parameter jumlah daun digunakan untuk menggantikan parameter indeks luas daun atau konten klorofil yang umum digunakan pada studi efek salinitas terhadap pertumbuhan padi (Munns and Tester, 2008; Gholizadeh dan Navabpour, 2011; Chandramohanan *et al.*, 2014). Dalam penelitian Souleymane *et al.* (2015), jumlah daun memiliki korelasi yang signifikan dengan biomassa total tanaman.

Respon pertumbuhan tanaman diketahui dengan uji ANOVA berdasarkan faktor fase pertumbuhan, jenis galur padi, dan salinitas. Hasil menunjukkan bahwa salinitas memberikan reduksi secara signifikan ($p<0.001$) terhadap semua parameter pertumbuhan, baik pada fase inisiasi malai dan keluar malai. Faktor galur dan salinitas memberikan pengaruh secara signifikan ($p<0.05$) terhadap tinggi tanaman, namun tidak pada jumlah anakan dan galur. Faktor fase pertumbuhan dan salinitas, memberikan pengaruh secara signifikan ($p<0.01$) terhadap jumlah anakan dan jumlah daun, namun tidak pada tinggi tanaman (Sesuai dengan Tabel 4.1).

4.4.1 Respon Tinggi Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin

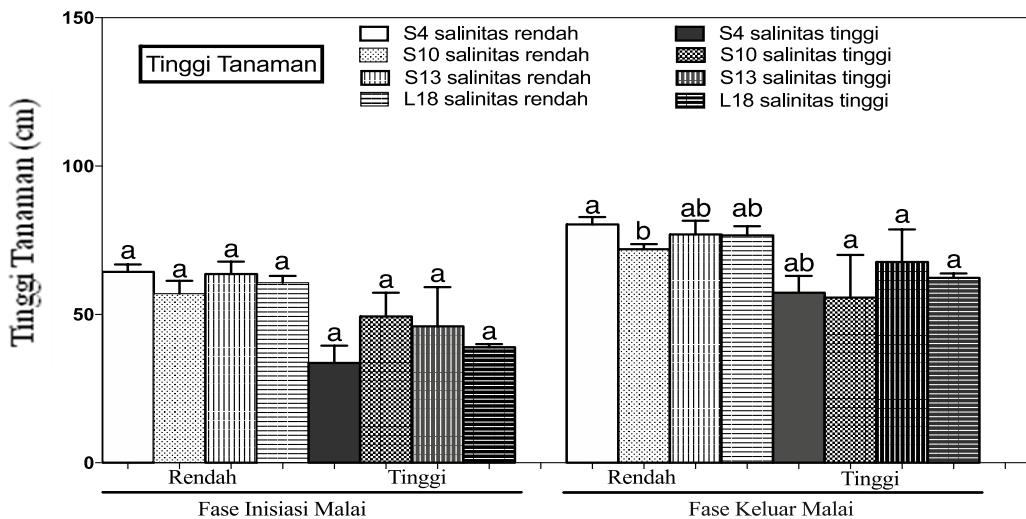
Secara umum, pada penelitian ini galur-galur padi tahan salin mengalami reduksi secara signifikan ($p<0.001$) tinggi tanaman pada kondisi salin. Pada fase inisiasi malai, galur S10 memiliki reduksi tinggi tanaman terendah yaitu 7 cm, sedangkan galur S4 memiliki reduksi tinggi tanaman tertinggi yaitu 30 cm. Pada fase keluar malai, galur S13 memiliki reduksi tinggi tanaman terendah yaitu 9 cm,

Tabel 4.1 Respon Pertumbuhan Galur-galur Padi Tahan Salin. (Signifikansi $p < 0.001$: ‘***’ ; $p < 0.01$: ‘**’; $p < 0.05$: ‘*’; $p \geq 0.05$: ‘ns’)

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah anakan (n)	Jumlah Daun (n)		
Inisiasi Malai	S4	Tinggi	34±6	2±1	8±4		
	S4	Rendah	64±3	7±2	22±9		
	Reduksi		30	5	14		
	S10	Tinggi	50±8	3±1	11±4		
	S10	Rendah	57±4	6±0	17±1		
	Reduksi		7	3	6		
	S13	Tinggi	46±13	4±1	15±4		
	S13	Rendah	64±4	10±3	24±6		
	Reduksi		18	6	9		
	L18	Tinggi	39±1	5±0	16±2		
	L18	Rendah	61±2	9±3	30±6		
	Reduksi		22	4	14		
Keluar Malai	S4	Tinggi	57±6	7±4	17±7		
	S4	Rendah	80±3	20±5	47±13		
	Reduksi		23	13	30		
	S10	Tinggi	56±14	9±2	22±6		
	S10	Rendah	72±2	16±4	44±10		
	Reduksi		16	7	22		
	S13	Tinggi	68±11	15±5	42±12		
	S13	Rendah	77±5	22±4	59±11		
	Reduksi		9	7	17		
	L18	Tinggi	62±2	6±1	16±2		
	L18	Rendah	77±3	18±4	38±9		
	Reduksi		15	12	22		
Fase			***	***	***		
Galur			ns	**	**		
Salinitas			***	***	***		
Fase*Galur			ns	ns	**		
Fase*Salinitas			ns	**	**		
Galur*Salinitas			*	ns	ns		
Tahap*Galur*Salinitas			ns	ns	ns		

sedangkan galur S4 memiliki reduksi tinggi tanaman tertinggi yaitu 23 cm (Sesuai dengan Gambar 4.7). Hasil ini sesuai dengan penelitian Ali *et al.* (2006), yang menyebutkan salinitas 5-6 dS/m mereduksi secara signifikan ($p<0.05$) tinggi tanaman padi.

Pertumbuhan tinggi tanaman dalam kondisi salin dipengaruhi oleh genotip, hormon, penyerapan air dan unsur hara, dan tingkat salinitas (Jamil *et al.*, 2006; Sasaki *et al.*, 2010; Ologundudu *et al.* 2014; Ryu dan Cho, 2015). Hormon-hormon yang berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman dalam kondisi salin diantaranya auksin, giberalin, sitokin dan asam absisat (Ryu dan Cho, 2015). Hormon auksin berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman melalui pengaturan pembelahan sel, ekspansi sel, dan diferensiasi sel. Pada kondisi salin, reduksi tinggi tanaman dilakukan untuk merespon cekaman ionik pada metabolisme tanaman dan mengurangi penyerapan garam pada jaringan tanaman. Penurunan hormon auksin dilakukan tanaman dalam merespon cekaman salinitas (Ryu dan Cho, 2015).



Gambar 4.7 Tinggi Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai. (Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95 % (uji tukey)).

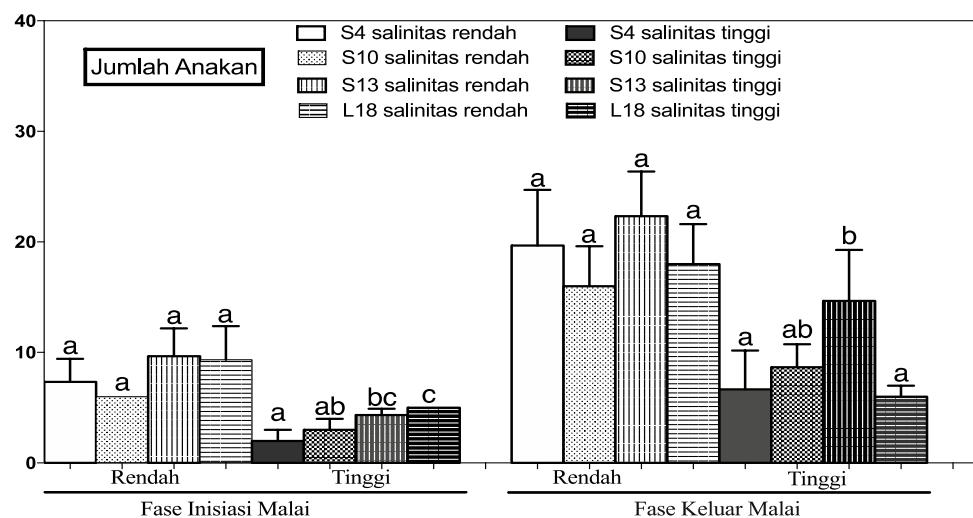
Pada kondisi salin, konsentrasi garam yang lebih tinggi menghambat penyerapan air dan nutrisi oleh akar (Jamil *et al.*, 2006; Ologundudu *et al.*, 2014). Penghambatan penyerapan air oleh akar menurunkan kadar air dalam daun. Penurunan ini mengganggu tekanan turgor sel, sehingga mengakibatkan penutupan stomata. Penutupan stomata membatasi asimilasi karbon dioksida (CO^2) dan pengayaan energi dalam proses fotosintesis (Munns and Tester, 2008; Amirjani, 2010). Padahal energi hasil fotosintesis dibutuhkan sel untuk mengubah CO^2 menjadi karbohidrat, sebagai prekursor dalam proses proliferasi sel dan ekspansi sel tanaman (Nösberger *et al.*, 2006; Nemati *et al.*, 2008; Yaghubi *et al.*, 2013). Yaghubi *et al.* (2013), menyebutkan bahwa proliferasi sel dan ekspansi sel merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. Jika proliferasi sel dan ekspansi sel terhambat, maka pertumbuhan tinggi tanaman juga akan terhambat.

Selanjutnya cekaman salinitas, juga diketahui menghambat penyerapan nutrisi K^+ dan NO_3^- sehingga menurunkan pertumbuhan tanaman (Rad *et al.*, 2012). Akumulasi Ion Na^+ dan Cl^- menghambat penyerapan K^+ dan NO_3^- untuk pengikatan sel dan transportasi protein dalam sel akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011). Nutrisi K^+ berperan penting untuk mempertahankan turgor sel dan aktivitas enzim (Xiong dan Zhu, 2001). Sedangkan nutrisi NO_3^- dibutuhkan tanaman untuk produksi sel dan pembentukan biomassa tanaman (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014).

4.4.2 Respon Jumlah Anakan Galur-galur Padi Tahan Salin

Faktor fase pertumbuhan dan salinitas, memberikan pengaruh secara signifikan ($p < 0.01$) terhadap jumlah anakan (Sesuai dengan Tabel 4.1). Perbedaan signifikan ini terjadi karena reduksi jumlah anakan pada fase keluar malai lebih besar daripada fase inisiasi malai. Pada fase inisiasi malai, galur S10 memiliki reduksi jumlah anakan terendah yaitu 3 anakan, sedangkan galur S13 memiliki reduksi jumlah anakan tertinggi yaitu 6 anakan. Pada fase keluar malai, galur S10 dan S13 memiliki reduksi jumlah anakan terendah yaitu 7 anakan, sedangkan galur S4 memiliki reduksi

jumlah anakan tertinggi yaitu 13 anakan (Sesuai dengan Gambar 4.8). Hasil ini sesuai dengan penelitian Girma *et al.* (2016), yang melaporkan salinitas 8 dS/m mereduksi secara signifikan jumlah anakan tanaman padi.



Gambar 4.8 Jumlah Anakan Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai. (Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95 % (uji tukey)).

Pada kondisi salin, jumlah anakan dipengaruhi oleh genotip, hormon, dan tingkat salinitas (Assuero dan Tognetti, 2010; Hakim *et al.*, 2014). Jumlah anakan dapat memberikan informasi tentang profil genotip tanaman dalam kondisi cekaman abiotik (Nobuhiro *et al.*, 2005). Pada saat tercekam salinitas, masing-masing genotip mungkin melakukan pengaturan hormon yang berbeda untuk melakukan adaptasi. Hormon-hormon yang berpengaruh pada jumlah anakan dalam kondisi salin diantaranya auksin dan sitokinin (Assuero dan Tognetti, 2010). Pada kondisi salin, tanaman menurunkan produksi hormon auksin meristem apikal, untuk menghambat pertumbuhan tunas anakan pada tahap pertumbuhan awal pertumbuhan. Reduksi jumlah anakan dilakukan untuk merespon cekaman ionik pada metabolisme tanaman dan mengurangi penyerapan garam pada jaringan tanaman (Jewiss 1972; Langer *et al.* 1973)

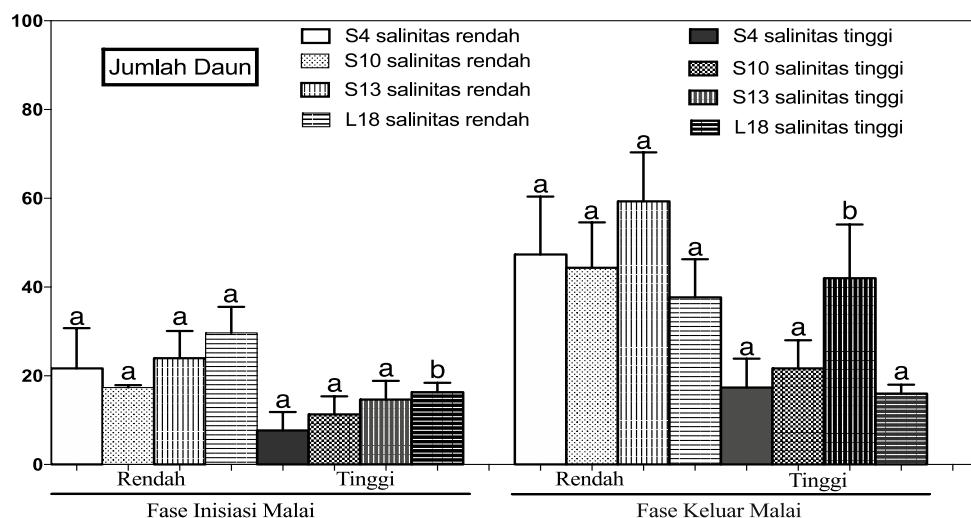
Selain itu tingkat salinitas juga mengakibatkan penurunan jumlah anakan pada semua tahap pertumbuhan. Salinitas yang tinggi mengakibatkan kerusakan pada komponen metabolismik esensial tanaman, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan anakan (Maas dan Poss 1989; Grattan dan Grieve 1999). Pada salinitas tinggi, ion Na^+Cl^- merusak metabolisme tanaman melalui toksitas ion dan cekaman osmotik, yang secara bertahap menghambat pertumbuhan, menurunkan proliferasi sel, dan menunda pemanjangan sel (Urano *et al.*, 2014). Hal ini mengakibatkan penurunan biomassa anakan, jumlah anakan, dan ukuran anakan menjadi kecil (Maas dan Poss 1989; Grattan dan Grieve 1999) .

4.4.3 Respon Jumlah Daun Galur-galur Padi Tahan Salin

Faktor fase pertumbuhan dan salinitas, memberikan pengaruh secara signifikan ($p < 0.01$) terhadap jumlah daun (Sesuai dengan Tabel 4.1). Perbedaan signifikan ini terjadi karena reduksi jumlah daun pada fase keluar malai lebih besar daripada fase inisiasi malai. Pada fase inisiasi malai, galur S10 memiliki reduksi jumlah daun terendah yaitu 6 daun, sedangkan galur S4 dan L18 memiliki reduksi jumlah daun tertinggi yaitu 14 daun. Pada fase keluar malai, galur S13 memiliki reduksi jumlah daun terendah yaitu 17 daun, sedangkan galur S4 memiliki reduksi jumlah daun tertinggi yaitu 30 daun (Gambar 4.9). Hasil ini sesuai dengan penelitian Girma *et al.* (2016), yang melaporkan salinitas 8 dS/m mereduksi secara signifikan jumlah daun tanaman padi.

Pertumbuhan dan perkembangan daun pada kondisi salin dipengaruhi oleh hormon, nutrisi dan tingkat salinitas. Pertumbuhan daun dapat terganggu jika terjadi perubahan metabolisme, hormon, pembelahan sel atau ekspansi sel (Tsukaya, 2002). Inisiasi daun melibatkan hormon tanaman auksin dan sitokin (Gordon *et al.*, 2009; Kurakawa *et al.*, 2007; Werner *et al.*, 2003). Inisiasi daun melibatkan keseimbangan dan pengaturan hormon auksin dan sitokin. Pada kondisi salin, tanaman menurunkan konsentrasi hormon auksin dalam daun dan meningkatkan hormon

sitokinin dalam daun. Hal ini dimaksudkan untuk menghambat inisiasi jumlah daun dalam kondisi salin (Albacete *et al.*, 2008; Ghanem *et al.*, 2008)



Gambar 4.9 Jumlah Daun Galur-galur Padi Tahan Salin pada Fase Inisiasi Malai dan Keluar Malai. (Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95 % (uji tukey)).

Pada salinatas tinggi, akumulasi garam ditransportasikan dari akar menuju daun. Akumulasi garam berlebih pada daun mengakibatkan gangguan metabolisme dan kerusakan daun sehingga daun mengalami kematian (Yeo dan Flowers, 1989). Hormon yang mengatur kematian daun dalam kondisi salin adalah asam absisat (ABA). Hormon ABA sebelumnya menghambat penutupan stomata sehingga mempercepat kehilangan air dalam proses kematian daun (Zhang *et al.*, 2012).

Jumlah daun merupakan salah satu parameter penting untuk mendekripsi ketahanan tanaman padi pada kondisi salin. Salinitas selalu menyebabkan daun tanaman padi kering atau bahkan mati terutama pada varietas padi sensitif salin (Girma *et al.*, 2016). Hal ini dikarenakan salinitas menyebabkan destruksi klorofil, yang mengakibatkan terhambatnya aktivitas elektron transport pada saat fotosintesis (Sudhir and Murthy, 2004; Morales *et al.*, 2012). Dalam penelitian Souleymane *et al.* (2015), jumlah anakan dan jumlah daun memiliki keterkaitan yang kuat. Galur-galur

padi yang memiliki kemampuan produksi anakan yang baik, mampu mempertahankan lebih lama daun tetap hijau.

4.5 Respon Biomassa Galur-galur Padi Tahan salin

4.5.1 Komponen Biomassa Galur-galur Padi Tahan Salin

Biomassa tanaman adalah bahan organik tumbuhan yang tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) (Basu, 2010). Analisa biomassa dilakukan dalam penelitian dikarenakan biomasa diidentifikasi sebagai indikator potensial cekaman salinitas (Noreen and Ashraf 2008; Ali *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, pengambilan sampel biomassa kering dilakukan pada fase inisiasi malai dan keluar. Pengukuran biomassa menggunakan sampel tanaman yang representatif, memiliki tinggi tanaman maksimum untuk dianalisa biomassa kering tanaman. Analisa biomassa kering dilakukan dengan memisahkan setiap bagian tanaman menjadi akar, batang, dan daun. Respon biomassa tanaman diketahui dengan uji ANOVA berdasarkan faktor fase pertumbuhan, jenis galur padi, dan salinitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas mereduksi secara signifikan ($p<0.001$) biomassa akar, batang dan daun (Sesuai dengan Tabel 4.2). Puteh dan Mondal (2013), menyebutkan bahwa salinitas 9 dS/m mereduksi secara signifikan biomassa akar, batang, daun, dan total tanaman. Girma *et al.* (2016), melaporkan bahwa salinitas 8 dS/m mereduksi secara signifikan biomassa akar dan batang.

Faktor salinitas dan galur memiliki pengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap biomassa akar tanaman. Pada fase inisiasi malai, biomassa akar tanaman mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 0.42 gr, sedangkan reduksi biomassa akar tertinggi pada L18 yaitu 1.38 gr. Selanjutnya pada fase keluar malai, biomassa akar tanaman mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 1.04 gr, sedangkan reduksi biomassa akar tertinggi pada S4 yaitu 2.08 gr. Tingkat salinitas 8-9 dS/m mereduksi secara signifikan biomassa akar (Puteh dan Mondal, 2013; Girma *et al.*, 2016).

Pembentukan akar pada kondisi salin dipengaruhi oleh faktor genotip, hormon, penyerapan unsur hara dan tingkat salinitas (Lauchli dan Luttge, 2002; Albacete *et*

al., 2008; Girma *et al.*, 2016). Girma *et al.*, (2016) melaporkan bahwa pembentukan biomassa akar pada masing-masing genotip padi memiliki perbedaan. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh ekspresi gen dalam produksi hormon. Albacete *et al.* (2008), melaporkan bahwa pembentukan biomassa akar dipengaruhi oleh hormon auksin, sitokinin, dan asam absisat (ABA). Pada kondisi salin, hormon auksin dan asam absisat meningkat pada akar, sedangkan hormon sitokinin mengalami penurunan. Hormon auksin dan sitokinin memiliki pengaturan dalam pertumbuhan akar (Werner *et al.*, 2001; Sachs, 2005). Sedangkan hormon ABA berperan dalam mempertahankan pemanjangan akar untuk meningkatkan penyerapan air pada akar (Glinka dan Reinhold, 1971; Spollen *et al.*, 2000).

Pemanjangan akar pada kondisi salin juga dipertahankan untuk penyerapan unsur hara. Dalam kondisi salin, N dibutuhkan untuk pembentukan asam amino, enzim-enzim, hormon-hormon yang dibutuhkan untuk melakukan adaptasi (Lauchli dan Luttge, 2002). Salinitas menghambat penyerapan nutrisi NO_3^- oleh akar, sehingga mengurangi tingkat produksi sel dan mereduksi biomassa akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Nutrisi NO_3^- diketahui berperan dalam pembentukan jaringan meristik akar pada daerah pemanjangan akar (Chen *et al.*, 2013).

Faktor salinitas dan fase pertumbuhan memiliki pengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap biomassa batang tanaman. Pada fase inisiasi malai, biomassa batang tanaman mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 0.28 gr, sedangkan reduksi biomassa batang tertinggi pada S13 yaitu 2.02 gr. Selanjutnya pada fase keluar malai, biomassa batang tanaman mengalami reduksi terendah pada L18 yaitu 2.19 gr sedangkan reduksi biomassa batang tertinggi pada S4 yaitu 6.38 gr. Hasil ini sesuai dengan penelitian Puteh dan Mondal (2013), yang melaporkan bahwa salinitas 9 dS/m mereduksi secara signifikan biomassa batang.

Pembentukan batang dipengaruhi oleh faktor genotip, hormon, dan tingkat salinitas. Salah satu hormon yang berpengaruh dalam pembentukan biomassa batang adalah asam absisat. Hormon asam absisat diketahui berperan dalam pengaturan

Tabel 4.2 Respon Biomassa Galur-galur Padi Tahan Salin. (Signifikansi $p < 0.001$: ‘***’ ; $p < 0.01$: ‘**’; $p < 0.05$: ‘*’; $p \geq 0.05$: ‘ns’) (gram: gr; individu: ind)

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Akar (gr/Ind)	Batang (gr/Ind)	Daun (gr/Ind)	Total Individu (gr/Ind)	
Inisiasi Malai	S4	Tinggi	0.04±0.01	0.40±0.22	0.28±0.12	0.74±0.35	
		Rendah	1.20±0.42	1.91±0.45	1.61±0.38	4.94±1.17	
		Reduksi	1.16	1.51	1.33	4.20	
	S10	Tinggi	0.12±0.08	0.95±0.50	0.75±0.25	1.83±0.85	
		Rendah	0.54±0.10	1.23±0.36	0.99±0.22	2.81±0.48	
		Reduksi	0.42	0.28	0.24	0.98	
	S13	Tinggi	0.14±0.10	0.74±0.14	0.65±0.27	1.54±0.51	
		Rendah	1.02±0.17	2.94±2.39	2.25±1.01	6.32±3.43	
		Reduksi	0.88	2.20	1.60	4.78	
	L18	Tinggi	0.12±0.07	0.88±0.86	0.52±0.35	1.53±1.23	
		Rendah	1.50±0.38	1.84±0.51	2.30±0.50	5.90±0.97	
		Reduksi	1.38	0.96	1.78	4.37	
Keluar Malai	S4	Tinggi	0.24±0.18	1.22±0.66	0.96±0.47	2.43±1.30	
		Rendah	2.32±0.98	7.60±1.16	4.45±0.74	14.44±2.83	
		Reduksi	2.08	6.38	3.49	12.01	
	S10	Tinggi	0.55±0.56	1.52±1.56	1.42±1.04	3.49±3.15	
		Rendah	1.59±0.39	4.77±1.63	3.66±1.15	10.07±2.80	
		Reduksi	1.04	3.25	2.25	6.58	
	S13	Tinggi	0.83±0.21	2.95±0.32	2.53±0.54	6.31±1.04	
		Rendah	2.09±0.24	8.47±3.51	4.99±0.84	15.67±4.34	
		Reduksi	1.26	5.52	2.47	9.36	
	L18	Tinggi	0.28±0.0	1.22±0.68	0.95±0.37	2.45±1.12	
		Rendah	1.35±0.39	3.41±1.14	3.28±1.25	8.50±0.39	
		Reduksi	1.07	2.19	2.33	6.05	
Fase		***	***	***	***		
Galur		ns	**	*	**		
Salinitas		***	***	***	***		
Fase*Galur		*	ns	ns	*		
Fase*Salinitas		ns	***	**	***		
Galur*Salinitas		*	ns	ns	ns		
Fase*Galur*Salinitas		ns	ns	ns	ns		

pembentukan sel dan menghambat diferensiasi sel batang. Penghambatan pembentukan biomassa batang dilakukan untuk mengurangi penyerapan air yang mengandung garam dalam kondisi salin (Ortega-Martínez *et al.*, 2007; Sarkar *et al.*, 2007).

Faktor salinitas dan fase pertumbuhan memiliki pengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap biomassa daun tanaman. Pada fase inisiasi malai, biomassa daun mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 0.24 gr, sedangkan reduksi biomassa daun tertinggi pada L18 yaitu 1.78 gr. Selanjutnya pada fase keluar malai, biomassa daun mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 2.55 gr sedangkan reduksi biomassa daun tertinggi pada S4 yaitu 3.49 gr (Sesuai dengan Tabel 4.2). Hasil ini sesuai dengan penelitian Puteh dan Mondal (2013), yang melaporkan bahwa salinitas 9 dS/m mereduksi signifikan biomassa daun.

Pembentukan biomassa daun dipengaruhi oleh faktor genotip, hormon, dan tingkat salinitas. Albacete *et al.* (2008), melaporkan bahwa pembentukan biomassa daun dipengaruhi oleh hormon auksin, sitokinin, dan asam absisat (ABA). Pada kondisi salin, hormon auksin dan asam absisat menurunkan pembentukan biomassa daun (Werner *et al.*, 2001; Sachs, 2005). Hormon ABA berperan dalam penutupan stomata, penurunan produk fotosintesis, dan penurunan transpirasi dari daun. Hal ini merupakan respon adaptasi daun untuk mengurangi kebutuhan air daun dan mempertahankan air dalam jaringan daun (Suzuki *et al.*, 2013; Mittler dan Blumwald, 2015). Pada kondisi salinitas tinggi, ion Na^+Cl^- merusak jaringan tanaman melalui toksitas ion dan stres osmotik. Fase osmotik dengan cepat menghambat pertumbuhan daun muda yang belum matang dengan menurunkan proliferasi sel dan menunda pemanjangan sel, sementara fase ionik secara bertahap menginduksi penuaan sel daun dewasa (Urano *et al.*, 2014).

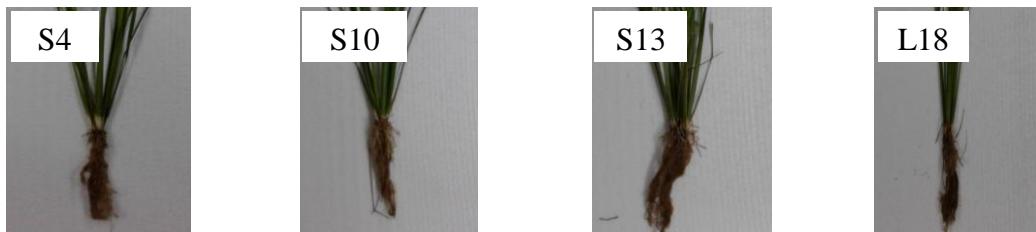
Faktor salinitas, galur, dan fase pertumbuhan memiliki pengaruh signifikan ($p<0.05$) terhadap biomassa total tanaman. Pada fase inisiasi malai, biomassa total tanaman mengalami reduksi terendah pada S10 yaitu 0.98 gr, sedangkan reduksi biomassa total tanaman tertinggi pada S13 yaitu 4.78 gr. Selanjutnya pada fase keluar

malai, biomassa total tanaman mengalami reduksi terendah pada L18 yaitu 6.05 gr sedangkan reduksi biomassa total tanaman tertinggi pada S4 yaitu 12.01 gr (Sesuai dengan Tabel 4.2).

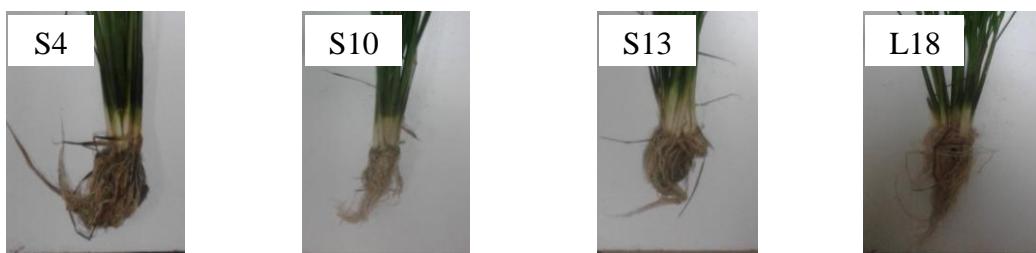
Pembentukan biomassa total tanaman dipengaruhi oleh faktor genotip, hormon, unsur hara dan tingkat salinitas. Albacete *et al.* (2008), melaporkan bahwa pembentukan biomassa total tanaman dipengaruhi oleh hormon auksin, sitokinin, dan asam absisat (ABA). Hormon auksin dan sitokinin berperan dalam mempertahankan biomassa akar dan penurunan biomassa daun. Sedangkan ABA berperan dalam membatasi penyerapan garam pada akar (Sah *et al.*, 2016). Hormon-hormon ini juga terlibat dalam penurunan laju fotosintesis (klorofil), penurunan konduktansi stomata, dan penurunan serapan garam dari tanah (Albacete *et al.*, 2008; Mondal *et al.*, 2013; Sah *et al.*, 2016).

4.5.2 Perakaran Galur-galur Padi Tahan Salin Dalam Hubungannya dengan Toleransi Tanaman Terhadap Salinitas dan Biomassa Total Tanaman

Adaptasi akar memiliki peran penting dalam melindungi tanaman dari kondisi salin. Adapatisasi akar yang dilakukan dalam kondisi salin diantaranya, mempertahankan pemanjangan akar, membatasi penyerapan garam, pengaturan hormon, dan memaksimalkan penyerapan unsur hara (Albacete *et al.* 2008; Munns and Tester, 2008; Sah *et al.*, 2016). Hasil penelitian menunjukkan di fase inisiasi malai, biomassa akar masing-masing galur berbeda secara signifikan pada salinitas rendah. Sebaliknya pada salinitas tinggi, biomassa akar pada masing-masing galur tidak berbeda secara signifikan (Gambar 4.12). Pada penelitian Girma *et al.* (2016), melaporkan bahwa beberapa genotip padi tidak tereduksi secara signifikan pada salinitas 4 dS/m, namun pada salinitas 8 dS/m sebagian besar padi tereduksi signifikan.



Gambar 4.10 Akar Empat Galur Padi Tahan Salin di Lahan Salinitas Tinggi



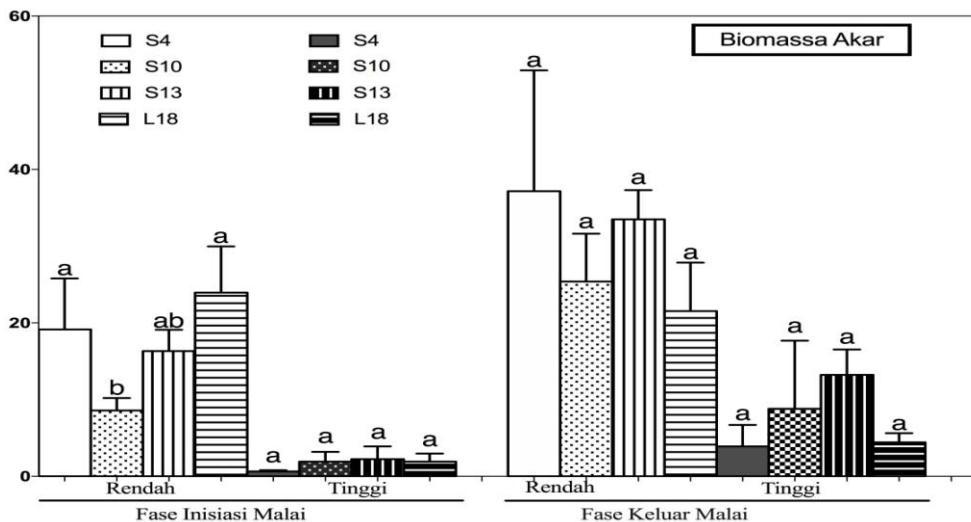
Gambar 4.11 Akar Empat Galur Padi Tahan Salin di Lahan Salinitas Rendah

Pada fase inisiasi malai, biomassa akar galur padi S10 dan L18 memberikan perbedaan nyata. Galur padi S10 memiliki pembentukan biomassa yang lebih rendah daripada galur padi L18 di kondisi salinitas rendah. Hal ini sesuai dengan Rad *et al.* (2012), yang menyebutkan bahwa padi sensitif terhadap salin pada fase inisiasi malai. Girma *et al.* (2016), menambahkan bahwa genotip tanaman menunjukkan pembentukan biomassa akar yang berbeda dalam kondisi salin.

Dalam kondisi salin, salinitas menghambat penyerapan nutrisi NO_3^- oleh akar, sehingga mengurangi tingkat produksi sel dan menurunkan biomassa akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Nutrisi NO_3^- dibutuhkan tanaman untuk pembentukan jaringan meristik akar pada daerah pemanjangan akar sebagai respon adaptasi (Chen *et al.*, 2013). Adaptasi pemanjangan akar dilakukan tanaman untuk meningkatkan penyerapan air dan unsur hara pada akar (Glinka dan Reinhold, 1971; Spollen *et al.*, 2000; Abdelgadir *et al.*, 2005).

Pada penelitian Abdelgadir *et al.* (2005), menunjukkan bahwa padi tahan salin mampu menyerap nutrisi NO_3^- lebih banyak dari pada padi sensitif salin dalam kondisi salin. Padi tahan salin juga memiliki kemampuan mendistribusikan nutrisi

NO_3^- dari akar ke bagian atas tanaman, meski biomassa akar tereduksi akibat cekaman salinitas. Rahman *et al.* (2001), mengamati perluasan sel akar pada tanaman padi pada kondisi salin dan menyarankannya untuk menjadi respons adaptif terhadap salinitas.

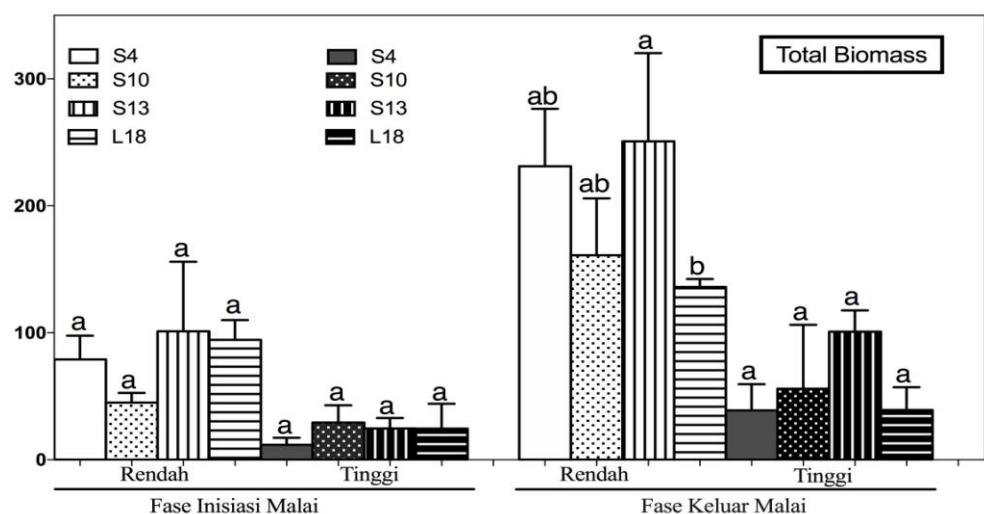


Gambar 4.12 Biomassa Akar Galur-galur Padi Tahan Salin. (Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95 % (uji tukey)).

Pembentukan biomassa total tanaman didukung oleh pembentukan biomassa akar, batang, dan daun. Hasil penelitian menunjukkan di fase keluar malai, biomassa total tanaman masing-masing galur berbeda signifikan pada salinitas rendah. Sebaliknya pada salinitas tinggi, biomassa total tanaman pada masing-masing galur tidak berbeda secara signifikan (Sesuai dengan Gambar 4.13). Pada penelitian Puteh dan Mondal (2013), melaporkan bahwa salinitas 9 dS/m mereduksi secara signifikan biomassaa total tanaman.

Pada fase inisiasi fase keluar malai, biomassa akar galur padi S13 dan L18 memberikan perbedaan nyata di kondisi salinitas tinggi. Galur padi S13 memiliki pembentukan biomassa total tanaman yang lebih rendah daripada galur padi L18.

Hasil ini sesuai dengan Rad *et al.* (2012), yang menyebutkan bahwa padi sensitif terhadap salin pada fase keluar malai. Hakim *et al.* (2014), melaporkan bahwa genotip padi tahan salin menunjukkan reduksi biomassa lebih rendah daripada genotip padi sensitif salin. Reduksi biomassa tanaman mungkin terjadi dikarenakan salinitas menurunkan biomassa akar dan daun.

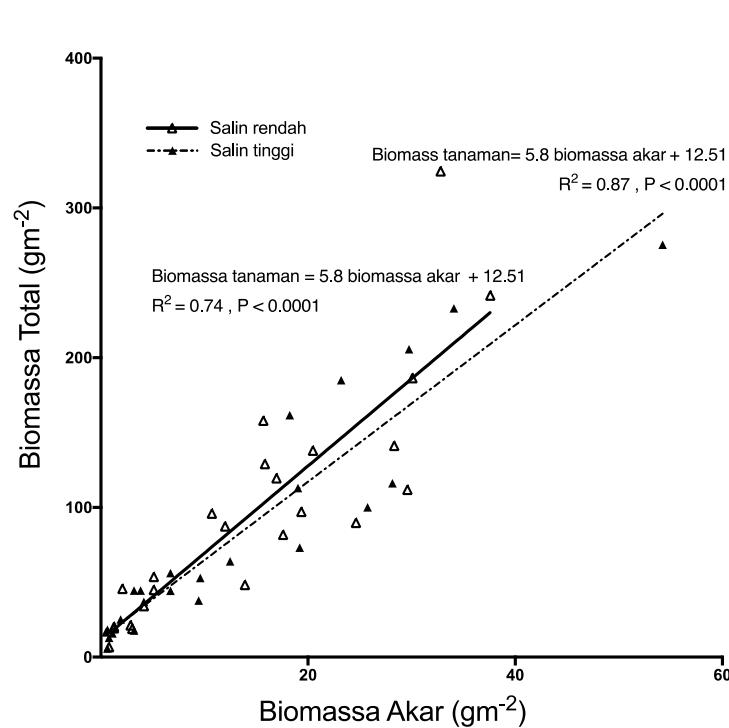


Gambar 4.13 Biomassa Total Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin. (Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95 % (uji tukey)).

Pembentukan biomassa total tanaman dipengaruhi oleh faktor genotip, hormon, unsur hara dan tingkat salinitas. Albacete *et al.* (2008), melaporkan bahwa pembentukan biomassa total tanaman dipengaruhi oleh hormon auksin, sitokinin, dan asam absisat (ABA). Hormon auksin dan sitokinin berperan dalam mempertahankan biomassa akar dan penurunan biomassa daun. Sedangkan ABA berperan dalam membatasi penyerapan garam pada akar (Sah *et al.*, 2016). Hormon ABA juga berperan dalam penutupan stomata, penurunan produk fotosintesis, dan penurunan transpirasi dari daun. Hal ini merupakan respon adaptasi daun untuk mengurangi

kebutuhan air daun dan mempertahankan air dalam jaringan daun (Suzuki *et al.*, 2013; Mittler dan Blumwald, 2015).

Dari kedua gambar (Sesuai dengan gambar 4.12 dan 4.13) diketahui bahwa pada salinitas tinggi, produksi biomassa akar dan total tidak memiliki perbedaan secara signifikan. Biomassa akar dan biomassa total tanaman merupakan respon adaptasi penting pada keadaan salin (Noreen and Ashraf, 2008; Ali *et al.*, 2014). Dalam penelitian Abdelgadir *et al.* (2005), menyebutkan bahwa biomassa akar yang besar mendukung pembentukan biomassa total tanaman dalam keadaan tercekam salinitas.



Gambar 4.14 Korelasi Biomassa Akar dengan Biomassa Total Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin

Hasil korelasi dari biomassa akar dan total tanaman, diketahui bahwa terdapat hubungan korelasi antara keduanya (Sesuai dengan Gambar 4.14). Pembentukan

biomassa total tanaman dalam kondisi salinitas tinggi membutuhkan biomassa akar yang lebih besar dari pada salinitas rendah. Biomassa akar yang besar pada salinitas tinggi diharapkan mampu menyerap air dan unsur hara yang lebih banyak (Abdelgadir *et al.*, 2005; Gu *et al.*, 2017), dan mencegah stres osmotik akibat ketidak seimbangan rasio Na^+/K^+ (Munns *et al.*, 2006; Munns and Tester, 2008). Ferdose *et al.* (2009), juga menyebutkan bahwa proliferalisi sel akar dan biomassa akar yang besar, mungkin dapat memfasilitasi pengeluaran akumulasi ion Na^+ pada sel akar. Selanjutnya Ali *et al.*, (2002), menyebutkan bahwa alokasi biomassa ke akar disarankan menjadi parameter seleksi genotip tahan salin.

4.5.3 Partisi Biomassa Akar, Batang, dan daun Galur-galur Padi Tahan Salin pada Tingkat Salinitas Berbeda

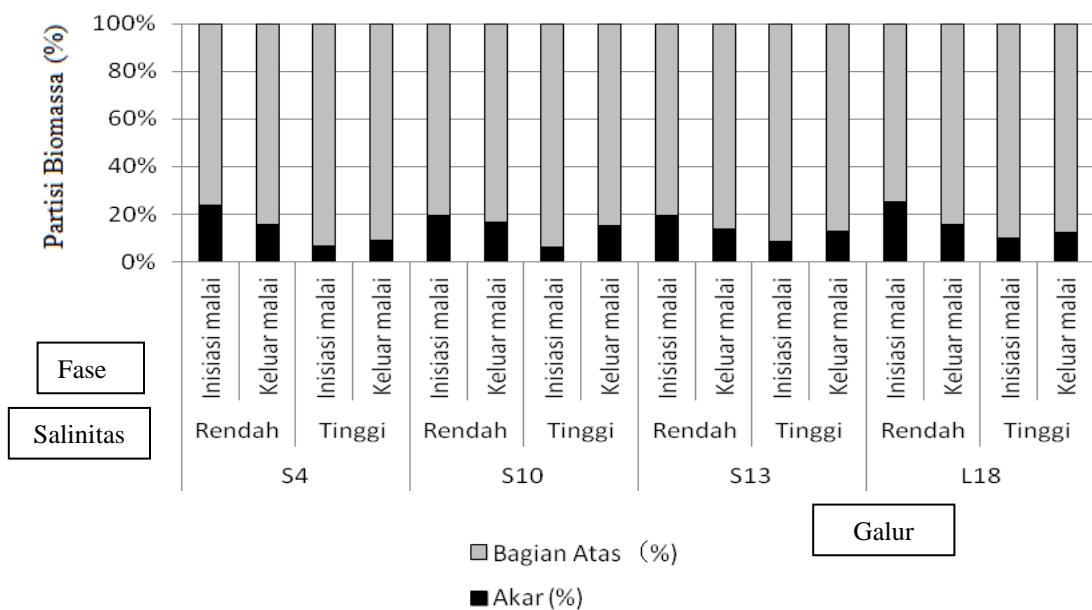
4.5.3.1 Partisi Biomassa Akar Galur-galur Padi Tahan Salin

Sistem akar berperan penting dalam penyerapan air dan unsur hara (Wang *et al.*, 2004; Kano *et al.*, 2011). Akar merupakan bagian integral dari organ tanaman dan terlibat dalam penyerapan nutrisi dan air, sintesis hormon tanaman, sintesis asam organik dan sintesis asam amino (Yang *et al.*, 2004). Morfologi dan fisiologi akar sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangan bagian atas tanaman (Bazzaz *et al.* 2000; Waines dan Ehdaie 2007; Yang *et al.*, 2008). Terdapat ciri-ciri morfologis dan fisiologis akar seperti biomassa akar, Aktivitas Oksidasi Akar (ROA), sel-sel ujung akar, dan hormon, dianggap paling penting dalam fungsi perakaran (Samejima *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2009; Yang, 2011). Informasi kuantitatif tentang karakteristik morfologi akar berguna untuk memahami hubungan antara ekspresi genetik tanaman, plastisitas morfologi, dan lingkungan (Atkinson, 2000; De Dorlodot *et al.*, 2007, Doussan *et al.*, 2006).

Partisi biomassa merupakan respons adaptif, sebagai mekanisme untuk memaksimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Partisi biomassa tanaman yang optimal bergantung pada nutrisi dan faktor lingkungan (Poorter *et al.*, 2012; Irving, 2015). Dalam penelitian ini diketahui partisi biomassa akar pada salinitas

rendah lebih besar dari pada biomassa akar pada salinitas tinggi. Partisi biomassa akar pada salinitas tinggi yang lebih kecil mungkin dikarenakan reduksi biomassa akar pada galur-galur padi.

Salinitas diketahui mereduksi biomassa akar, laju pemanjangan akar, diameter akar, panjang akar, dan volume akar (Jbir *et al.*, 2001; Shafi *et al.*, 2010; Shahzad *et al.*, 2012). Selain mengakibatkan kerusakan morfologi akar, salinitas juga menghambat penyerapan nutrisi NO_3^- oleh akar, sehingga mengurangi tingkat produksi sel dan mereduksi biomassa akar (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Kumar *et al.* (2009), melaporkan bahwa kultivar padi tahan salin memiliki biomassa akar yang lebih besar daripada biomassa akar kultivar padi sensitif salin, dalam penelitian menggunakan irigasi air yang didominasi ion Na^+Cl^- .



Gambar 4.15 Partisi Biomassa Akar dan Bagian Atas Tanaman Galur-galur Padi Tahan Salin

Partisi biomassa akar pada fase inisiasi malai diketahui lebih besar dari pada fase keluar malai (Sesuai dengan Gambar 4.11). Irving (2015), menyebutkan seiring

pertumbuhan tanaman, partisi biomassa dialokasikan lebih besar ke batang dan organ-organ tanaman bagian atas. Partisi biomassa bagian atas tanaman dibutuhkan untuk meningkatkan laju fotosintesis. Laju fotosintesis didukung oleh indeks luas daun, arsitektur kanopi, dan sifat fotosintesis daun, memainkan peran penting dalam menentukan akumulasi biomassa total tanaman (Long *et al.*, 2006; Zhu *et al.*, 2012). Meningkatkan efisiensi laju fotosintesis dianggap sebagai target utama untuk meningkatkan produksi dan biomassa total tanaman (Long *et al.*, 2006; Zhu *et al.*, 2010).

4.5.3.2 Partisi Biomassa Batang Galur-galur Padi Tahan Salin

Batang memiliki fungsi untuk memfasilitasi transportasi serapan hara, dari akar menuju daun. Transportasi unsur hara dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Ketika kebutuhan nutrisi Nitrogen (N) dalam akar berlebih, nutrisi N diangkut ke batang untuk digunakan atau ditransportasikan menuju daun. Seiring pertumbuhan tanaman partisi lebih besar dari biomassa harus dialokasikan ke batang. Terlepas dari mekanisme transportasi unsur hara dalam batang, produksi banyak batang dan pembesaran batang dibutuhkan untuk persaingan cahaya (Irving, 2015).

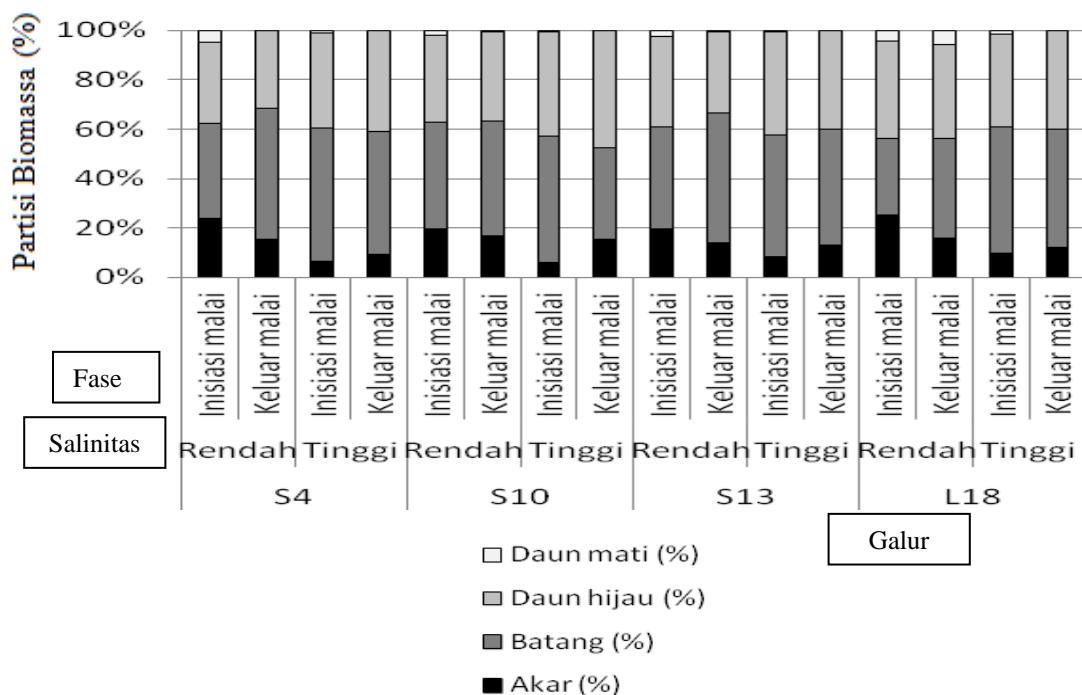
Dalam penelitian ini diketahui partisi biomassa batang pada tingkat salinitas berbeda menunjukkan partisi biomassa batang bervariasi. Selanjutnya partisi biomassa batang pada setiap fase pertumbuhan juga menunjukkan partisi batang bervariasi (Sesuai dengan Gambar 4.12). Tatar *et al.*, (2009), menyebutkan bahwa partisi biomassa batang varietas-varietas padi bervariasi saat tercekam salinitas. Cekaman salinitas mungkin memberikan partisi batang yang berbeda antar genotip padi dan fase pertumbuhan.

Pembentukan biomassa batang dipengaruhi oleh nutrisi karbon (C'), Nitrogen (N), Fosfat (P), dan Kalium dalam batang (Ye *et al.*, 2014). Pada tanaman, nutrisi C pada batang utama dialokasikan terlebih dahulu ke batang itu sendiri, dan selanjutnya dapat diarahkan pada anakan (batang sekunder) (Osaki *et al.*, 2004). Sedangkan Nutrisi NPK dibutuhkan tanaman untuk mengembangkan pembentukan anakan,

dengan meningkatkan pembelahan sel batang (MacAdam *et al.*, 1989; Santos *et al.*, 2002; Duble, 2004; Luquet *et al.*, 2005).

4.5.4 Partisi Biomassa Daun Galur-galur Padi Tahan Salin

Pertumbuhan tanaman berkorelasi positif dengan pengikatan sumber karbon (C') saat fotosintesis (Kruger dan Volin, 2006). Faktor utama yang menentukan pengikatan C tanaman adalah luas daun dan jumlah daun (Irving, 2015). Luas daun dan jumlah daun dipengaruhi oleh nutrisi Nitrogen (N) (Santos *et al.*, 2002; Wright *et al.*, 2004). Dalam kondisi salin, tanaman mengalami reduksi nutrisi N daun, jumlah daun, luas daun, biomassa daun, klorofil, hingga pengurangan laju fotosintesis (Abdelgadir *et al.*, 2005; Munns and Tester, 2008; Morales *et al.*, 2012; Girma *et al.*, 2016). Reduksi N daun, biomassa daun, dan klorofil daun mempengaruhi penurunan partisi biomassa daun (Abdelgadir *et al.*, 2005; Tatar *et al.*, 2009)



Gambar 4.16 Partisi Biomassa Akar, Batang, dan Daun Galur-galur Padi Tahan Salin

Dalam penelitian ini diketahui partisi biomassa daun meningkat di salinitas tinggi pada galur S4, S10, dan S13, namun turun pada galur L18 (Sesuai dengan Gambar 4.12). Tatar *et al.*, (2009), menyebutkan bahwa partisi biomassa daun turun saat tercekam salinitas. Cekaman salinitas menurunkan pembentukan biomassa daun dan kandungan N daun (Abdelgadir *et al.*, 2005). Nutrisi N dibutuhkan tanaman untuk produksi sel dan biomassa tanaman (Mekawy *et al.*, 2011; Negrao *et al.*, 2011; Hakim *et al.*, 2014). Tanaman yang menerima pasokan N tinggi menghasilkan jumlah sel mesofil yang lebih besar secara signifikan (MacAdam *et al.*, 1989). Jumlah sel mesofil yang besar, dapat menghasilkan daun yang lebih tebal. Sel-sel mesofil penting bagi fotosintesis, karena mengandung klorofil (Irving, 2015).

Partisi biomassa daun pada setiap fase pertumbuhan menunjukkan partisi biomassa bervariasi (Sesuai dengan Gambar 4.12). Partisi Biomassa daun dan indeks luas daun diketahui meningkat pada fase pembentukan anakan hingga fase pembungaan. Peningkatan partisi biomassa daun didukung oleh akumulasi N dalam daun (Tian *et al.*, 2017). Partisi biomassa daun yang tinggi diharapkan dapat meningkatkan kandungan klorofil. Hal ini dikarenakan klorofil ditemukan pada biomassa daun (Meyer *et al.*, 2006; Demotes-Mainard *et al.* 2007).

Berdasarkan partisi biomassa tanaman diketahui bahwa pada saat tercekam salinitas, tanaman padi mengalokasikan partisi biomassa pada bagian daun dan menurunkan partisi biomassa akar. Sexcion *et al.* (2009), menyebutkan bahwa pada kondisi salin, varietas padi tahan salin memiliki rasio tunas/akar yang lebih tinggi daripada varietas padi sensitif salin. Partisi biomassa dipengaruhi oleh pengaturan hormon (Sachs, 2005). Albacete *et al.* (2008), melaporkan bahwa pembentukan biomassa tanaman dipengaruhi oleh hormon auksin, sitokin, dan asam absisat (ABA). Pada kondisi salin, hormon auksin mengalami penurunan sehingga menurunkan partisi biomassa akar tanaman. Meskipun demikian rasio auksin/sitokin menunjukkan kenaikan, yang mengindikasikan bahwa sel-sel akar masih dapat melakukan pemanjangan dan pertumbuhan akar dalam kondisi tercekam salinitas. Hormon auksin dan sitokin juga diketahui berperan dalam penghambatan

inisiasi jumlah daun dalam kondisi salin (Albacete *et al.*, 2008; Ghanem *et al.*, 2008). Sedangkan ABA berperan dalam membatasi pembentukan biomassa daun, dengan melakukan program kematian sel (Sah *et al.*, 2016). Program kematian daun dilakukan untuk melepaskan akumulasi garam dari jaringan tanaman (Yeo dan Flowers, 1989).

Pada penelitian Abdelgadir *et al.* (2005), diketahui meskipun biomassa akar menurun, kultivar padi tahan salin mampu menyerap nutrisi NO_3^- lebih banyak dari pada kultivar padi sensitif salin dalam kondisi salin. Padi tahan salin juga memiliki kemampuan mendistribusikan nutrisi NO_3^- dari akar ke bagian atas tanaman. Kandungan N pada bagian atas tanaman juga diketahui lebih besar dari pada N akar. Distribusi nutrisi NO_3^- dari akar ke bagian atas tanaman, dapat menjadi adaptasi penting pada tanaman padi, meskipun biomassa akar mengalami reduksi dalam kondisi tercekam salinitas.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diambil dari sampel (3 tanaman) tiap galur padi (*Oryza sativa L.*) tahan salin yang ditanam pada lahan salinitas rendah dan salinitas tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Pertumbuhan dan perkecambahan benih pada empat galur padi (*Oryza sativa L.*) tahan salin mempunyai sifat toleransi yang berbeda pada salinitas yang berbeda.
- Salinitas memberikan reduksi terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun galur-galur padi (*Oryza sativa L.*) tahan salin, baik pada fase inisiasi malai maupun keluar malai.
- Biomassa akar memiliki korelasi dengan biomassa total tanaman galur-galur padi (*Oryza sativa L.*) tahan salin, baik pada kondisi salinitas rendah maupun tinggi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, M. S., Abdelgawad, Z. A., dan El-Bassiouny, H. M. S., (2016), Alleviation of The Adverse Effects of Salinity Stress Using Trehalose in Two Rice Varieties, South African Journal of Botany, Vol 103, hal. 275-282.
- Abdelgadir, E.M., Oka, M. and Fujiyama (2005), Nitrogen Nutrition of Rice Plants Under Salinity, H. Biol Plant, Vol. 49, hal. 99-104.
- Accuweather, (2017), Grafik Suhu Oktober-Nopember 2017. <https://www.accuweather.com/id/id/lamongan>
- Accuweather, (2018), Grafik Suhu Juni-Juli 2018. <https://www.accuweather.com/id/id/surabaya>
- Ahmadizadeh, M., Vispo, N.A., Calapit-Palao, C.D.O., Pangaan, I.D., Viña, C.D. Singh, R.K., (2016), Reproductive Stage Salinity Tolerance In Rice: A Complex Trait to Phenotype Indian, J. Plant Physiol, 10.1007/s40502-016-0268-6
- Alam, M. Z., Stuchbury, T., Naylor, R. E. L., dan Rashid, M. A, (2004), Effect of Salinity on Growth Of Some Modern Rice Cultivars, *Journal of Agronomy*, Vol. 3, hal. 1-10
- Alamgir, A.N.M and Ali, M.Y., (2006), Effects of NaCl Salinity On Leaf Characters And Physiological Growth Attributes Of Different Genotypes Of Rice (*Oryza sativa* L.), Bangladesh Journal of Botany, hal. 35.
- Albacete, A., Edmond. M., Ghanem, Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Martínez, V., Lutts, S., Dodd, I.C., Pérez-Alfocea, F., (2008), Hormonal Changes in Relation to Biomass Partitioning And Shoot Growth Impairment In Salinized Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plants, Journal of Experimental Botany, Vol. 59, No. 15, hal. 4119–4131.
- Ali, A.J., Xu, J.L., Ismail, A.M., Fu, B.Y., Vijaykumar, C.H.M., Gao, Y.M., Domingo, J., Maghirang, R., Yu, S.B., Gregorio, G., Yanagihara, S., Cohen, M., Carmen, B., Mackill, D., and Li, Z.K., (2006), Hidden Diversity for

- Abiotic and Biotic Stress Tolerances in The Primary Gene Pool of Rice Revealed by A Large Backcross Breeding Program, Field Crops Research, Vol. 97, hal. 66-76.
- Ali, S. A. M., Idris, A. Y., dan Abo, M. S. A. (2014), Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Pearl Millet (*Pennisetum Glaucum* L.) And Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), Journal of Plant and Pest Science, Vol. 1, No. 1, hal. 01-08.
- Ali, Y., Awan, A.R., dan Ashraf, M.Y., (2002), Evaluation of Rice Genotypes at Seedling Stage for Salinity Tolerance. Asian J Plant Sci., Vol 1, hal. 117-118.
- Alihamsyah, T. (2002), Prospect of Development and Utilization of Tidal Land in Exploration Perspective Growth Resources of the Future Agricultural, In: Ar-Riza I, T Alihamsyah and M. Sarwani (eds), Water and Land Management in Tidal Land, Monographs Swampland Agriculture Research Institute, Banjarbaru, hal. 1-18.
- Alwi, M. (2014), Prospek Lahan Pasang Surut untuk Tanaman Padi, Prosiding Seminar Nasional “Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi”, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), Kalimantan Selatan, hal 45-59.
- Amirjani, M.R., (2010), Effect of Salinity Stress on Growth, Mineral Composition, Proline Content, Antioxidant Enzymes of Soybean. American Journal of Plant Physiology Vol 5, hal. 350-360.
- Arbona, V., Flors, V., Jacas, J., García-Agustín, P., dan Gómez-Cadenas, A, (2003), Enzymatic and Non-Enzymatic Antioxidant Responses of Carrizo Citrange, A Salt-Sensitive Citrus Rootstock, to Different Levels of Salinity. Plant and cell physiology, Vol. 44, No. 4, hal. 388-394.
- Arbona, V., Manzi, M., Ollas, D.-C., and Gómez-Cadenas, A., (2013), Metabolomics As A Tool To Investigate Abiotic Stress Tolerance in Plants, Int. J. Mol. Sci. 14, hal. 4885–4911. doi: 10.3390/ijms14034885

- Aref, F., (2013), Effect of Saline Irrigation Water On Yield and Yield Components of Rice (*Oryza sativa* L.). African Journal of Biotechnology, Vol. 12, No. 22, hal. 3503-3513.
- Ashraf, M., (2009), Biotechnological Approach of Improving Plant Salt Tolerance Using Antioxidants As Markers, Biotechnology Advances, Vol. 27, No 1, hal. 84-93.
- Assuero, S. G., & Tognetti, J. A., (2010), Tillering Regulation by Endogenous and Environmental Factors and Its Agricultural Management, Am. J. Plant Sci. Biotechnol, Vol. 4, No. 1, hal. 35-48.
- Atkinson, D. (2000), Root Characteristics: Why and What to Measure. In: Smit, A.L., Bengough, A.G., Engels, C., Noordwijk van, M., Pellerin, S. and de Geijn van, S.C. (eds.). Root Methods: A Handbook. Springer Verlag, New York, hal. 1–32.
- Ayaz, F.A., Kadioglu, A., Turgut, R., (2000), Water Stress Effects on The Content Of Low Molecular Weight Carbohydrates and Phenolic Acids in *Ctenanthe setosa* (Rose.) Eichler, Can. J. Plant Sci. Vol. 80, hal. 373-378.
- Badan Litbang Pertanian (2017), Varietas Inpari 34 dan 35 Salin Agritan Toleran Salinitas, <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/en/berita/infoteknologi/content/500-varietas-inpari-34-dan-35-salin-agritan-toleransalinitas>
- Badan Pusat Statistik (BPS), (2015), Neraca Bahan Makanan Beras, <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik (BPS), (2016), Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2016, Badan Pusat Statistik, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kota Lamongan (BPS kota Lamongan), (2016), Jumlah Curah Hujan Tiap Bulan Menurut Stasiun Pengamatan di Kabupaten Lamongan (mm),<https://lamongankab.bps.go.id/statictable/2018/02/07/754/jumlah-curah-hujan-tiap-bulan-menurut-stasiun-pengamatan-di-kabupaten-lamongan-mm-2016-.html>.

- Badan Pusat Statistik kota Surabaya (BPS Surabaya), (2016), Geografik Data Statistik 2016, https://surabaya.go.id/uploads/attachments/2017/12/40252/bab_1_geografi_data_statistik_2016.pdf
- Bado, S., Forster, B. P., Ghanim, A.M.A., Jankowicz-Cieslak, J., Berthold, G., Luxiang, L. (2016), Protocols for Pre-Field Screening of Mutants for Salt Tolerance in Rice, Wheat and Barley, Springer International Publishing, London.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengebangan Penelitian) (2015), Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan, Jakarta, IAARD Press, hal. 98.
- Barba, Espín, G., Clemente, Moreno, M. J., Alvarez, S., García, Legaz, M. F., Hernández, J. A., Dan Díaz, Vivancos, P., (2011), Salicylic Acid Negatively Affects The Response to Salt Stress in Pea Plants, Plant Biology, Vol. 13 No. 6, hal. 909-917.
- Basu, P., (2010), Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory. Elsevier Academic press.
- Bazzaz, F.A., Ackerly, D.D, Reekie, E.G., (2000), Reproductive Allocation In Plants. In: Fenner M, Ed., Seeds: The Ecology and Regeneration Of Plant Communities. 2nd ed. CAB International, Wallingford, United Kindom, hal.1-29.
- BBPTP (Balai Besar Tanaman Padi), (2018), Petunjuk Pelaksanaan Uji Multilokasi Galur-galur Padi Toleran Salinitas Balai Besar Penelitian Tananaman Padi, Badan Litbang Pertanian.
- Bhusan, D., Das, D.K., Hossain, M., Murata, Y. and Hoque, Md.A., (2016), Improvement of Salt Tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.) by Increasing Antioxidant Defense Systems Using Exogenous Application of Proline, Australian Journal of Crop Science, Vol 10, hal. 50-56.
- Bloom, A. J., (2015), The Increasing Importance of Distinguishing Among Plant Nitrogen Sources, Current Opinion in Plant Biology, Vol. 25, hal. 10–16.

- Bohnert, H.J., Shen , B. (1999), Transformation and Compatible Solutes, *Sci Hort*, Vol 78, hal. 237-260.
- Cai, X., Chen, T., Zhou, Q.Y., Xu, L., Qu, L.Q., Hua, X.J., Lin, J.X. (2011), Development of Caspary Strip in Rice Cultivars, *Plant Signal Behav*, Vol. 6, No. 1, hal. 59-65.
- Cambui, C.A., Svennerstam, H., Gruffman, L., Nordin, A., Ganeteg, U., Näsholm, T., (2011) Patterns of Plant Biomass Partitioning Depend on Nitrogen Source. *PLoS ONE*, Vol. 6, No. 4, hal. e19211.
- Can, N.T and Lang, N.T. (2007), Identification of Some Promising Varieties for Salinity Soil and Phosphorous Deficient Areas in The Mekong Delta. Cuu Long Delta Rice Research Institute, Vietnam.
- Canossa, R. S., Oliveira Junior, R.S., Constantin, J., Braccini, A.L., Biffe, D.F., Alonso, D.G., Blainski, E., (2008) Effect of Temperature and Light on Joyweed (*Alternanthera tenella*) Seed Germination. *Planta Daninha*, Vol. 26, No.4, hal. 745-750.
- Chandramohanhan, K. T., Radhakrishnan, V. V., Abhilash Joseph, E., Mohanan, K. V., (2014), A Study on the Effect of Salinity Stress on the Chlorophyll Content of Certain rice Cultivars of Kerala State of India, *Agriculture, Forestry and Fisheries*. Vol. 3, No. 2, hal. 67-70. doi: 10.11648/j.aff.
- Chen, T. H., dan Murata, N. (2008). Glycinebetaine: An Effective Protectant Against Abiotic Stress in Plants. *Trends in Plant Science*, Vol. 13, No. 9, hal. 499-505.
- Chen, X., Shi, J., Hao, X., Liu, H., Shi, J., Wu, Y., Wu, Z., Chen, M., Wu, P., Mao, C., (2013), OsORC3 is Required For Lateral Root Development in Rice. *Plant J.*, Vol. 74, hal. 339-350, 10.1111/tpj.12126
- Cho, S.C., Chao, Y.Y., Hong, C.Y., Kao, C.H., (2012), The Role of Hydrogen Peroxide in Cadmiuminhibited Root Growth of Rice Seedlings, *Plant Growth Regul*, Vol. 66, hal. 27-35.
- Clermont Dauphin Cathy, Suwannang N., Grunberger Olivier, Hammecker Claude, Maeght Jean-Luc., (2010), Yield of Rice Under Water and Soil Salinity Risks

- in Farmers' Fields in Northeast Thailand, Field Crops Research, Vol 118, No. 3, hal. 289-296.
- Das, P., Nutan, K.K., Singla-Pareek, S.L., and Pareek, A. (2015), Oxidative Environment and Redox Homeostasis in Plants: Dissecting Out Significant Contribution of Major Cellular Organelles, Front Environ Sci, Vol 2, hal. 70.
- De Dorlodot, S., Forster, B., Pages, L., Price, A., Tuberosa, R., Draye, X., (2007), Root System Architecture: Opportunities and Constraints for Genetic Improvement of Crops, Trends in Plant Science, Vol. 12, hal. 474–481.
- Demotes-Mainard, S., Boumaza, R., Meyer, S., & Cerovic, Z. G., (2007), Indicators of Nitrogen Status for Ornamental Woods Plants Based on Optical Measurements of Leaf Epidermal Polyphenol and Chlorophyll Contents, Scientia Horticulturae, Vol.115, No. 4, hal. 377-385.
- Departemen Pertanian (Deptan) (2015), Neraca Bahan Makanan Beras, <http://www.pertanian.go.id>
- Djufry, F., Sudarsono, dan Lestari, M.S. (2011), Tingkat Toleransi Beberapa Galur Harapan Padi pada Kondisi Salinitas di Lahan Rawa Pasang Surut. J. Agrivigor, Vol 10, No. 2, hal. 196-207..
- Doussan, C., Pierret, A., Garrigues, E., and Pagès, L., (2006), Water Uptake by Plant Roots: II - Modelling of Water Transfer in The Soil Root-System with Explicit Account of Flow Within The Root System - Comparison With Experiments, Plant Soil, Vol. 283, hal. 99.
- Ebrahimi, H., Aref, F., Rezaei, M., Amiri, E. & Khaledian, M.R. (2012). The Effects of Salinity at Different Growth Stage on Rice Yield. Ecology, Environment and Conservation., hal. 17.
- Elbein A.D., Pan Y.T., Pastuszak, I., Carroll, D., (2003), New Insights on Trehalose: A Multifunctional Molecule. Glycobiology, Vol 13, No. 4, hal. 17R–27R..
- El-Swaify, S.A., (2000), Soil and Water Salinity. Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. Hal.

- 151-158. In: J.A. Silva and R. Uchida (Eds.), College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Manoa.
- Enstone, D.E., Peterson, C.A., Ma, F.S., (2002), Root Endodermis and Exodermis: Structure, Function, and Responses to the Environment, *J Plant Growth Regul*, Vol. 21, No. 4, hal. 335-351.
- Ferdose, J., Kawasaki, M., Taniguchi, M., Miyake, H., (2009), Differential Sensitivity of Rice Cultivars to Salinity and Its Relation to Ion Accumulation and Root Tip Structure, *Plant Prod Sci*, Vol. 12, No. 4, hal. 453–461.
- Ferreira L.J., Azevedo, V., Maroco, J., Oliveira, M.M., Santos, A.P., (2015), Salt Tolerant and Sensitive Rice Varieties Display Differential Methylome Flexibility under Salt Stress, *PLoS ONE*, Vol 10, No. 5, No. e0124060.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2017), Food Outlook: Biannual Report on Global Markets. www.fao.org/3/a-i7343e.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (FAOSTAT), (2012), Production of Rice Paddy in 2010. In: Suzanne K. Redfern, S.K., Azzu1, N., and Binamira, J.S. Rice in Southeast Asia: Facing Risks and Vulnerabilities to Respond to Climate Change. <http://www.fao.org/3/a-i3084e/i3084e18.pdf>
- Fraga, T.I., Carmona, F.C., Anghinoni, I., Juniorand, S.A.G., Marcolin, E., (2010) Flooded Rice Yield as Affected by Levels of Water Salinity in Different Stages of Its Cycle, *R. Bras. Ci. Solo.*, Vol. 34, hal. 175-182
- Fukuda, A., Nakamura, A., Hara, N., Toki, S., Tanaka, Y. (2011), Molecular and Functional Analyses of Rice Nhx-Type Na^+/H^+ Antiporter Genes, *Planta*, Vol 233, hal. 175–188.
- Gama, P.B.S., Inagana, S., Tanaka, K., and Nakazawa, R., (2007), Physiological Response of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seedlings to Salinity Stress, *African J. Biotechnol*, Vol 2, hal. 79-88.
- Ghanem, M.E., Albacete, A., Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Romero-Aranda, R., Dodd, I.C., Lutts, S., Pérez-Alfocea, F., (2008), Hormonal Changes

- During Salinity-Induced Leaf Senescence in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), Journal of Experimental Botany, Vol. 59, hal. 3039-3050.
- Gholizadeh, F., dan Navabpour, S., (2011), Effect of Salinity on Morphological and Physiological Characteristics in Correlation to Selection of Salt Tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.), International Journal of Agricultural Research, Vol. 6, hal. 780-788.
- Ghosh, B., Ali, Md N., Saikat, G. (2016), Response of Rice Under Salinity Stress: A Review Update. J Res Rice 4, hal. 167.
- Girma, B., Hussein, M.A., Alemayehu, A.G., Kebede, A.. (2017). Evaluation of Salt Tolerance, Cooking and Nutritional Quality of Rice. Lap Lambert Academic Publishing.
- Glinka, Z., dan Reinhold, L., (1971), Abscisic Acid Raises The Permeability of Plant Cells to Water, Plant Physiol, Vol. 48, hal. 103.
- Gopalan, C., Ramasastri, B.V. and Balasubramanian, S.C. (2004), Nutritive Value of Indian Foods. National Institute of Nutrition (NIN), Indian Council of Medical Research, hal. 59-67.
- Gordon, S. P., Chickarmane, V. S., Ohno, C. and Meyerowitz, E. M., (2009), Multiple Feedback Loops Through Cytokinin Signaling Control Stem Cell Number Within The Arabidopsis Shoot Meristem. Proc. Natl. Acad. Sci, Vol. 106, hal. 16529-16534.
- Gowing, J.W., Tuong, T.P. and Hoanh, C.T. (2006), Land and Water Management in Coastal Zones: Dealing with Agriculture-Aquaculture-Fishery Conflicts. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series No. 2, London, UK: CABI Publishing, hal. 1-16.
- Grattan, S.R., and C.M. Grieve., (1999), Salinity-Mineral Nutrient Relations in Horticultural Crops, Scientia Horticulturae, Vol. 78, hal. 127-157.
- Grattan, S.R., Zeng, L., Shannon, M. C., Roberts, S. R (2002), Rice is More Sensitive to Salinity Than Previously Thought, Calif Agric, Vol 56, No, 6, hal. 189–195.

- Greenway, H., dan Munns, R., (1980), Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes, Annual review of plant physiology, Vol. 31, No. 1, hal. 149-190.
- Grist, D.H. (1960), Rice (Tropical Agriculture) series: Third Edition, Longmans, London, hal. 466.
- Gu J., Zhou Z., Li Z., Chen Y., Wang Z., Zhang H., (2017), Rice (*Oryza sativa* L.) with Reduced Chlorophyll Content Exhibit Higher Photosynthetic Rate and Efficiency, Improved Canopy Light Distribution, and Greater Yields Than Normally Pigmented Plants, Field Crop Res, Vol. 200, hal. 58–70.
- Guo, J., Hu,X., Gao, L., Xie, K., Ling, N., Shen, Q., Hu, S., and Guo, S.. (2017), The Rice Production Practices of High Yield and High Nitrogen Use Efficiency in Jiangsu, China, Scientific Reports 7, no. 2101.
- Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Hanafi, M. M., Ismail, M. R., Rafii, M. Y., Islam, M. M., Selamat, A., (2010), The Effect of Salinity on Growth, Ion Accumulation And Yield of Rice Varieties, Journal of Animal dan Plant Sciences ,Vol. 24, hal. 874-885.
- Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Hanafi, M. M., Ismail, M. R., Selamat, A., Rafii, M. Y., & Latif, M. A, (2014), Biochemical and Anatomical Changes and Yield Reduction in Rice (*Oryza sativa* L.) under Varied Salinity Regimes, BioMed Research International.
- Haq, T. U., Akhtar, J., Nawaz, S., dan Ahmad, R., (2009), Morpho-Physiological Response of Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties to Salinity Stress. Pak. J. Bot, Vol. 41, No. 6, hal. 2943-2956.
- Hariadi, Y.C., Nurhayati, A.Y., Soeparjono, S. and Arif, I, (2015), Screening Six Varieties of Rice (*Oryza sativa*) for Salinity Tolerance, Procedia Environ. Sci. Vol 28, hal. 78-87.
- Harris, B.N., Sadras, V.O., Tester, M., (2010), A Water-Centred Framework to Assess The Effects Of Salinity on The Growth and Yield of Wheat and Barley, Plant and Soil,Vol. 336, hal. 377–389.

- Hemerly, A., 2016. Genetic Controls of Biomass Increase in Sugarcane by Association with Beneficial Nitrogen-Fixing Bacteria, in Plant and Animal Genome XXIV Conference. Plant and Animal Genome
- Hoang, T.M.L., Tran, T.N., Nguyen, T.K.T., Williams, B., Wurm, P., Bellairs, S., Mundree, S. (2016), Improvement of Salinity Stress Tolerance in Rice: Challenges and Opportunities, Agronomy, Vol 6, hal. 54.
- Horie, T., Karahara, I., Katsuhara, M. (2012), Salinity Tolerance Mechanisms in Glycophytes: An Overview with The Central Focus on Rice Plants, Rice, Vol 5, hal 11.
- Hosseini, M.K., Powell, A.A., and Bingham, I.J., (2003), The Interaction Between Salinity Stress and Seed Vigor During Germination of Soybean Seeds, Seed Sci. Technol, Vol. 31, hal. 715-725
- Huang, Z., Young, N.D., Reagon, M., Hyma, K.E., Olsen, K.M., Jia, Y., Caicedo, A.L., (2017), All Roads Lead to Weediness: Patterns of Genomic Divergence Reveal Extensive Recurrent Weedy Rice Origins from South Asian Oryza. Vol 26, hal. 3151–3167.
- Ikeda, F.S., Carmona, R., Mitja, D., Guimarães, R.M, (2008), Light And KNO_3 on Tridax Procumbens Seed Germination at Constant and Alternating Temperatures. Planta Daninha, Vol. 26, No. 4, hal. 751-756.
- International Rice Research Institute (IRRI), (2013), Standart Evaluation System of Rice (SES), Manila, Philippines, hal. 34.
- Irving, L.J., (2015), Carbon Assimilation, Biomass Partitioning and Productivity in Grasses. Agriculture 2015, Vol 5, hal. 1116-1134.
- James, R. A., Blake, C., Byrt, C. S., dan Munns, R., (2011), Major Genes For Na^+ Exclusion, Nax1 And Nax2 (Wheat Hkt1; 4 And Hkt1; 5), Decrease Na^+ Accumulation In Bread Wheat Leaves Under Saline And Waterlogged Conditions. Journal of experimental botany, Vol. 62, No. 8, hal. 2939-2947.

- Jamil, M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C., Rha, E.S., (2006), Effect of Salt Stress on Germination and Early Seedling Growth of Four Vegetables Species. J. Cent. Eur. Agric., Vol. 7, hal. 273-282.
- Jbir, N., Chaibi, W., Ammar, S., Jemmali, A. and Ayadi, A., (2001), Rooting Growth and Lignification of Two Wheat Species Differing in Their Sensitivity to NaCl in Response to Salt Stress, Plant Biol. Path., Vol .324, hal. 863-868.
- Jeschke, W.D., (1998), K⁺-Na⁺ Exchange at Cellular Membranes, Intracellular Compartmentation of Cations, and Salt Tolerance. Staples, R.C. (Ed.), Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement, Wiley, New York, hal. 37-66.
- Jewiss, O.R. (1972), Tillering In Grasses – Its Significance and Control, Journal of the British Grassland Society, Vol. 27, hal. 65–82.
- Joseph E.A., and Mohanan K.V., (2013), A Study on The Effect of Salinity Stress on The Growth and Yield of Some Native Rice Cultivars of Kerala State of India, Agriculture, Forestry and Fisheries, Vol. 2, No. 3, hal.141-150.
- Kang, D. J., Seo, Y. J., Lee, J. D., Ishii, R., Kim, K. U., Shin, D. H., Park, S.K., Jang, S.W., dan Lee, I. J., (2005), Jasmonic Acid Differentially Affects Growth, Ion Uptake and Abscisic Acid Concentration in Salt Tolerant and Salt Sensitive Rice Cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, Vol. 191, No.4, hal. 273-282.
- Kano, M., Inukai, Y., Kitano, H., Yamauchi, A., (2011), Root Plasticity As The Key Root Trait for Adaptation to Various Intensities of Drought Stress in Rice, Plant Soil, Vol. 342, Hal. 117–128
- Karami, A., Homaei, M. and Basirat, S., (2010), Quantitative and Qualitative Responses of Rice Genotypes (*Oryza sativa*) to Salinity Levels of Drained Water, In 19th World Congress of Soil Science.
- Karthikeyan, A., Pandian, S. K., Ramesh, M., (2011), Transgenic Indica Rice Cv. ADT43 Expressing A1-Pyrroline-5-Carboxylate Synthetase (P5CS) Gene

- From *Vigna aconitifolia* Demonstrates Salt Tolerance. Plant Cell, Tiss Organ Cult, Vol 107, No. 3, hal 383–395.
- Kazemi, K and Eskandari, H., (2011), Effects of Salt Stress on Germination and Early Seedling Growth of Rice (*Oryza sativa*) Cultivars in Iran, African. J. Biotech, Vol. 10, No. 77, hal. 17789-17792.
- Khan, A., Lang, I., Amjid, M., Nawaz, H., Ahmad, I., Shah, A., (2013), Inducing Salt Tolerance on Growth and Yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) by Applying Different Levels of Ascorbic Acid. J Plant Nutr., 36, hal. 1180–1190.
- Khatun S, Rizzo C A, Flowers T J. 1995. Genotypic Variation in The Effect of Salinity on Fertility in Rice. Plant Soil, Vol. 173, No. 2, hal. 239–250.
- Kim, H. J., dan Li, X. X. (2016), Effects of Phosphorus on Shoot and Root Growth, Partitioning and Phosphorus Utilization Efficiency in Lantana. Hortscience, Vol. 51, No8, 1001-1009.
- Kirill, V.A., Andrey V.A., Alexander, V.U., Pavel, I.K., Natalia, S.K and Olga A, (2016), Effects of Salt Stress on Ion Balance at Vegetative Stage in Rice (*Oryza sativa* L.), Journal of Biological Sciences, Vol. 16, No 1, hal. 76-81.
- Krishnamurthy, P., Ranathunge, K., Franke, R., Prakash, H.S., Schreiber, L., Mathew, M.K. (2009), The Role of Root Apoplastic Transport Barriers in Salt Tolerance of Rice (*Oryza sativa* L.). Planta, Vol 230, No. 1, hal. 119-134.
- Kruger, E.L. dan Volin, J.C., (2006), Reexamining The Empirical Relationship between Plant Growth and Leaf Photosynthesis, Funct. Plant Biol., Vol 33, hal. 421–429.
- Kumar, G., Purty, R. S., Singla-Pareek, S. L., dan Pareek, A. (2009), Maintenance of Stress Related Transcripts in Tolerant Cultivar at A Level Higher Than Sensitive One Appears to be A Conserved Salinity Response Among Plants, Plant signaling dan behavior, Vol. 4, No. 5, hal. 431-434.
- Kumar, K., Kumar, M., Kim, S.R., Ryu, H., Cho, Y.G., (2013), Insights into Genomics of Salt Stress Response in Rice, Rice, Vol 6, No 1, hal. 27.

- Kurakawa, T., Ueda, N., Maekawa, M., Kobayashi, K., Kojima, M., Nagato, Y., Sakakibara, H., Kyozuka, J., (2007), Direct Control of Shoot Meristem Activity by A Cytokinin-Activating Enzyme, *Nature*, Vol. 445, hal. 652–655
- Landon, J. R., (2014), Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in The Tropics and Subtropics, Routledge.
- Langer, R. H. M., Prasad, P. C. and Laude, H. M., (1973), Effects of Kinetin on Tiller Bud Elongation in Wheat (*Triticum aestivum L.*), *Ann. Bot.*, Vol. 37, hal. 565-571.
- Lauchli, A. and Luttge, U. (2002), Salinity and Nitrogen Nutrition, Boston Kluwer Academic Publishers, hal 229–248.
- Läuchli, A. dan Epstein, E., (1990), Plant Responses to Saline and Sodic Conditions. in K.K. Tanji (Ed). Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, No, 71. hal. 113–137.
- Lehmann, S., Funck, D., Szabados, L., dan Rentsch, D., (2010), Proline Metabolism and Transport in Plant Development, *Amino acids*, Vol. 39, No. 4, hal. 949-962.
- Li, S., Yue, W., Wang, M., Qiu, W., Zhou, L., Shou, H. (2016), Mutation of OsGIGANTEA Leads to Enhanced Tolerance to Polyethylene Glycol-Generated Osmotic Stress in Rice. *Front Plant Sci*, Vol 7, hal. 465.
- Lianes, A., Andrade, A., Masciarelli, O., Alemano, S., Luna, V., (2016), Drought and Salinity Alter Endogenous Hormonal Profiles at The Seed Germination Phase, *Seed Sci. Res.*, Vol. 26, hal. 1–13.
- Liu, L., Xia, W., Li, H., Zeng, H., Wei, B., Han, S. and Yin, C., (2018), Salinity Inhibits Rice Seed Germination by Reducing α -Amylase Activity via Decreased Bioactive Gibberellin Content, *Front. Plant Sci*, Vol 9, hal. 275.
- Long, S.P., Zhu, X.G., Naidu, S.L., Ort, D.R., (2006), Can Improvement in Photosynthesis Increase Crop Yields?, *Plant Cell Environ.*, Vol. 29, hal. 315-330.

- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J., (1995), Changes in Plant Response To NaCl During Development of Rice (*Oryza Sativa L.*) Varieties Differing In Salinity Resistance, *J. Exp. Bot.*, Vol. 46, hal. 1843-1852.
- Maas, E.V., Poss, J.A. and Hoffman, G.J., (1986), Salinity Sensitivity of Sorghum at Three Growth Stages, *Irrig. Sci.* Vol. 7, hal.1-11.
- Maathuis, F.J.M. and Amtmann, A., (1999), K⁺ Nutrition and Na⁺ Toxicity The Basis Of Cellular K+/Na+ Ratios, *Annals of Botany (London)*, Vol. 84, hal. 123-133
- MacAdam, J.W., Volenec, J.J., Nelson, C.J., (1989), Effects of Nitrogen on Mesophyll Cell Division and Epidermal Cell Elongation in Tall Fescue Leaf Blades, *Plant Physiol.*, Vol. 89, hal. 549–556.
- Marthen, P.S. and Max, L.J.T., (2014), Improvement of Suboptimal Land Productivity Approach by Land and Plant Management. *J Trop Soils*, Vol 19 No. 2, hal. 109-119.
- Martins, C.C., Dagoberto, M., Negrisoli, E. and Stangerlim, H., (2000), Seed Germination of *Peschiera fuchsiaeefolia*: Effects of Temperature And Light, *Planta Danin.*, Vol. 18, No. 1, hal. 85-9
- Masganti, M. (2013), Teknologi Inovatif Pengelolaan Lahan Suboptimal Gambut dan Sulfat Masam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan, ejurnal litbang pertanian, Vol 6, No 4.
- Massignam, A.M., Chapman, S.C., Hammer, G.L., Fukai, S., (2009),Physiological Determinants of Maize And Sunflower Achene Yield as Affected by Nitrogen Supply, *Field Crops Res.*, Vol.113, No. 3, 256-267.
- Masutomi, Y., Takahashi, K., Harasawa, H., dan Matsuoka, Y., (2009), Impact Assessment of Climate Change on Rice Production in Asia In Comprehensive Consideration Of Process/Parameter Uncertainty In General Circulation Models, *Agriculture, Ecosystems dan Environment*, Vol. 131, No. 3-4, hal. 281-291.

- Matysik, J., Alia, Bhalu, B., dan Mohanty, P. (2002), Molecular Mechanisms of Quenching of Reactive Oxygen Species by Proline Under Stress in Plants, Current Science, Vol. 82, No. 5, hal. 525-532.
- Mekawy, A.M., Assaha, D.V., Yahagi, H., Tada, Y., and Ueda, A. (2011), Growth, Physiological Adaptation and Gene Expression Analysis of Two Egyptian Rice Cultivars Under Salt Stress, Plant Physiol. Biochem., Vol. 1, No. 87, hal. 17-25.
- Meyer, S., Cerovic, Z.G., Goulas, Y., Montpied, P., Demotes-Mainard, S., Bidel, L.P.R., Moya, I., Dreyer, E., (2006), Relationships Between Optically Assessed Polyphenols and Chlorophyll Contents, and Leaf Mass Per Area Ratio In Woody Plants: A Signature Of The Carbon–Nitrogen Balance Within Leaves?, Plant Cell Environ, Vol 29, hal. 1338–1348.
- Miransari, M. and Smith D. L., (2014), Plant Hormones and Seed Germination. Environ, Exp. Bot., Vol. 99, hal. 110–121
- Mittler, R. and Blumwald, E., (2015), The Roles Of ROS and ABA in Systemic Acquired Acclimation, Plant Cell, Vol. 27, hal. 64–70.
- Mohammadi, R., Merlyn, S., Mendioro, Genaleen, Q. Diaz, Glenn, B. Gregorio Rakesh, Singh, K., (2014) Genetic Analysis of Salt Tolerance at Seedling and Reproductive Stages in Rice (*Oryza sativa*), doi.org/10.1111/pbr.12210
- Mondal S., Singh R.P., Crossa J., Huerta-Espino J., Sharma I., Chatrath R., Singh G.P., Sohu V.S., Mavi G.S., Sukuru V.S.P., Kalappanavar I.K., Mishra V.K., Hussain M., Gautam N.R., Uddin J., Barma N.C.D., Hakim A., Joshi A.K., (2013), Earliness In Wheat: A Key to Adaptation Under Terminal and Continual High Temperature Stress in South Asia. Field Crops Res. Vol. 151, hal. 19–26.
- Mondal, M.M.A., and Puteh, A. B., (2013), Optimizing Plant Spacing for Modern Rice Varieties, Int. J. Agric. Biol., Vol. 15, hal. 175–178
- Mondal, M.S., Jalal, M.R., Khan, M.S.A., Kumar, U., Rahman, R., and Huq, H., (2013) Hydrometeorological Trends In Southwest Coastal Bangladesh:

- Perspectives of Climatechange and Human Interventions, Am. J. Clim. Change, Vol. 2, No. 1, Hal. 62–70.
- Moradi F., Ismail A.M., Gregorio, G.B., Egdane, J.A. (2003). Salinity Tolerance of Rice During Reproductive Development and Association with Tolerance at The Seedling Stage, Indian Journal of Plant Physiology Vol. 8, hal. 276–287.
- Morales, S.G., Trejo-Tellez, L.I., Merino, F.C.G., Caldana, C., Victoria, D. and Cabrera, B. E. H., (2012), Growth, Photosynthetic Activity, and Potassium and Sodium Concentration in Rice Plants Under Salt Stress, Acta Scientiarum. Agronomy, Vol. 34, hal. 317-324.
- Mulyani, A. dan Sarwani, M. (2013), Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia, Jurnal Sumberdaya Lahan, Vol 7, No 1.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D., dan Harnowo, D., (2016), Potensi dan Tantangan Pemanfaatan Lahan Suboptimal untuk Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2016.
- Munns, R, James, R., Lauchli, A., (2006), Approaches to Increasing The Salt Tolerance of Wheat and Other Cereals. Journal Of Experimental Botany, Vol. 57, hal. 1025–1043
- Munns, R. dan Tester, M., (2008), Mechanisms of Salinity Tolerance, Annu. Rev. Plant Biol., Vol 59, hal. 651–681.
- Munns, R., (2002), Comparative Physiology of Salt and Water Stress, Plant Cell Environ, Vol 25 (2), hal. 239-250.
- Munns, R., (2005), Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together, New Phytol, Vol 167, hal. 645–663.
- Munns, R., (2011), Plant Adaptations to Salt and Water Stress: Differences and Commonalities,” in Advances in Botanical Research, ed. T. Ismail (Waltham, MA: Academic Press), hal. 1–32.
- Nafisah dan Daradjat, A.A., (2008), Keragaan Galur-galur Padi Introduksi Toleran Terhadap Lahan Salin, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

- Negrão, S., Courtois, B., Ahmadi, N., Abreu, I., Saibo, N., Oliveira, M.M. (2011) Recent Updates on Salinity Stress in Rice: From Physiological to Molecular Responses. *Crit Rev Plant Sci.* Vol 30, No 4, hal. 329–377.
- Nemati, I., Moradi, F., Esmaili, M.A. and Gholizadeh, S., (2008), Effect of Salinity Stress on Water Status, Osmotic Adjustment, and Sodium and Potassium Compartmentations and Distributions in Seedling of Two Rice Genotypes. *Iranian J. Crop Sci.* Vol. 10, No 2, hal. 146-164.
- Nobuhiro, S., Ludmila, R., Hongjian, L., Joel, S., Vladimir, S., and Ron, M., (2005), Enhanced Tolerance to Environmental Stress in Transgenic Plants Expressing the Transcriptional Coactivator Multiprotein Bridging Factor 1c. *Plant Physiol.*, Vol. 139, hal. 1313-1322.
- Noreen, S. and M. Ashraf, (2008), Alleviation of Adverse Effects of Salt Stress on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) by Exogenous Application Of Salicylic Acid: Growth And Photosynthesis, *Pak. J. Bot.*, Vol 40, No 4, hal. 1657-1663.
- Nösberger, J., Long, S. P., Norby, R. J., Stitt, M., Hendrey, G. R., & Blum, H. (Eds.). (2006), Managed Ecosystems and CO₂: Case Studies, Processes, and Perspectives, Springer Science & Business Media, Vol. 187.
- Ochiai, K., Matoh, T. (2002), Characterization of the Na⁺ Delivery from Roots to Shoots in Rice under Saline Stress: Excessive Salt Enhances Apoplastic Transport in Rice Plants, *Soil Sci Plant Nutr*, Vol 48, No 3, hal. 371-378.
- Ologundudu, A.F., Adelusi, A.A., & Akinwale, R.O., (2014), Effect of Salt Stress on Germination and Growth Parameters of Rice (*Oryza sativa* L.). *Not. Sci. Biol.*, Vol 6, No. 2, hal. 237-243 .
- Ortega-Martínez, O., Pernas, M., Carol, R. J., and Dolan, L., (2007), Ethylene Modulates Stem Cell Division in The *Arabidopsis thaliana* Root, *Science*, Vol.317, No. 5837, hal. 507-510.
- Orthoefer, F. T. (2005), Rice Brain Oil. In Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, John Wiley dan Sons, Inc, New York .

- Osaki, M., Shinano, T., Yamada, M., Yamada, S., (2004), Function of Node Unit in Photosynthate Distribution to Root In Higher Plants, *Photosynthetica*, Vol. 42, Hal. 123–131.
- Palme, K., Li, X., and Teale, W. D., (2014), Towards Second Green Revolution: Engineering Nitrogen Use Efficiency, *Journal of Genetics and Genomics*, Vol. 41, No. 6, hal. 315-316.
- Pardo, J. M., (2010), Biotechnology of Water and Salinity Stress Tolerance, *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 21, No.2, hal. 185-196.
- PhilRice (Philippine Rice Research Institute), (2011), Management of Salt Affected Soils for Rice Production, Plant Breeding and Biotechnology Division or Agronomy, Soils, and Plant Physiology Division, Philippine Rice Research Institute Maligaya, Science City of Muñoz, 3119 Nueva Ecija.
- Platten J.D., Egdane J., Ismail, A. (2013), Salinity Tolerance, Na^+ Exclusion and Allele Mining Of HKT1;5 In *Oryza sativa* And *O. glaberrima*: Many Sources, Many Genes, One Mechanism?, *BMC Plant Biol.* Vol 13, Hal. 32.
- Poorter, H.; Evans, J.R., (1998), Photosynthetic Nitrogen-Use Efficiency of Species That Differ Inherently in Specific Leaf Area. *Oecologia* 1998, Vol 116, Hal. 26–37.
- Pradheeban, L., Nissanka, S. P., dan Suriyagoda, L. D. B, (2017), Influence of Whole and Sub Soil Salinity on Growth, Development, Physiology And Yield Of Selected Rice Varieties Cultivated In Jaffna District, Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*, Vol. 28, No 4, Hal. 389-401.
- Puvanitha1, S. Mahendran, S., (2017), Effect of Salinity on Plant Height, Shoot and Root Dry Weight of Selected Rice Cultivars, *Sch J Agric Vet Sci.*, Apr 2017, Vol. 4, No. 4, hal. 126-131 .
- Qu, X.X., Huang, Z.Y., Baskin, J.M. Baskin, C.C., (2008), Effect of Temperature, Light and Salinity on Seed Germination and Radicle Growth of The Geographically Widespread Halophyte Shrub *Halocnemum strobilaceum*, *Annals of Botany*, Vol. 101, hal. 293-299.

- Rad, H.E., Aref, F., Rezaei, M., Amiri, E., and Khaledian M.R., (2012), The Effects of Salinity at Different Growth Stage on Rice Yield. *Ecology, Environment and Conservation.*, hal. 17.
- Radanielson, A.M., Angeles, O., Li, T., Ismail, A.M., Gaydon, D.S., (2017), Describing The Physiological Responses of Different Rice Genotypes to Salt Stress Using Sigmoid and Piecewise Linear Functions, *Field Crops Res.*, hal. 211 (172) (2017), 10.1016/j.fcr.2017.05.001
- Rahnama, A. James, R. A. Poustini, K. and Munns, R., (2010), Stomatal Conductance as A Screen for Osmotic Stress Tolerance in Durum Wheat Growing in Saline Soil, *Functional Plant Biology*, Vol. 37, No. 3, hal. 255–263.
- Rajendran, K., Tester ,M., Roy S.J., (2009), Quantifying The Three Main Components of Salinity Tolerance in Cereals, *Plant Cell Environ*, Vol 32, hal. 237-249.
- Rameeh, V, (2015), Heritability, Genetic Variability and Correlation Analysis of Some Important Agronomic Traits in Rapeseed Advanced Lines, *Cercetări Agronomice În Moldova*, Vol 48, No. 4, hal 71-80.
- Ranathunge, K., Steudle, E., Lafitte, R., (2005), Blockage of Apoplastic Bypass-Flow of Water in Rice Roots by Insoluble Salt Precipitates Analogous to A Pfeffer Cell, *Plant, Cell and Environment*, Vol. 28, hal. 121–133.
- Rao P.S., Mishra B., Gupta S.R., Rathore A. (2008), Reproductive Stage Tolerance to Salinity and Alkalinity Stresses in Rice Genotypes, *Plant Breeding* Vol 127, hal. 256–261.
- Reddy, I.N.B.L., Kim, B., Yoon, I., Kim, K., Kwon, T. (2017). Salt Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches, *Rice Science*, Vol 24, hal. 123-144.
- Redillas, M.C.F.R., Jeong, J.S., Kim, Y.S., Jung, H., Bang, S.W., Choi, Y.D, Ha, S. H., Reuzeau, C., Kim, J. K., (2012). The Overexpression of Osnac9 Alters The Root Architecture of Rice Plants Enhancing Drought Resistance And

- Grain Yield Under Field Conditions, Plant Biotechnol J, Vol. 10, No. 7, hal. 792–805.
- Ritung, S. (2011), Karakteristik dan sebaran lahan sawah di Indonesia, Hal. 83-98., dalam, Prossiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihian lahan Terdegradasi, Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Rizzardi, M. A., Luiz, A. R., Roman, E. S., & Vargas, L., (2009), Effect of Cardinal Temperature And Water Potential on Morning Glory (*Ipomoea triloba*) Seed Germination, Planta Daninha, Vol. 27, No. 1, hal. 13-21.
- Rodríguez-Gacio, M. D. C., Matilla-Vázquez, M. A., & Matilla, A. J., (2009), Seed Dormancy and ABA Signaling: The Breakthrough Goes on. Plant signaling & behavior, Vol. 4, No. 11, hal. 1035-1048.
- Roy, S.J., Negrao, S., Tester, M. (2014), Salt Resistant Crop Plants. Current Opinion in Biotechnology, Vol 26, hal. 115-124.
- Rubel, M.H., Hassan, L., Islam, M.M., Robin, A.H.K., And Alam, M.D.J., (2014), Evaluation of Rice Genotypes Under Salt Stress at The Seedling and Reproductive Stages Using Phenotypic And Molecular Markers, Pak. J. Bot., Vol 46, No. 2, hal. 423-432.
- Ryan, E. P., (2011), Bioactive Food Components and Health Properties of Rice Bran, Journal of the American veterinary Medical Association, Vol 238, hal. 593 - 600.
- Ryu, H., & Cho, Y. G. (2015). Plant Hormones in Salt Stress Tolerance. Journal of Plant Biology, 58(3), 147-155.
- Sachs, T., (2005), Auxin's Role as An Example of The Mechanisms of Shoot/Root Relations, Plant and Soil, Vol. 268, No. 1, hal. 13-19.
- Safitri, H., Purwoko, B.S., Dewi, I.S., Ardie. S.W., (2016), Morpho-Physiological Response of Rice Genotypes Grown Under Saline Conditions. J. ISSAAS Vol. 22, No. 1, hal. 52-63.

- Safitri, H., Purwoko, B.S., Dewi, I.S., Ardie. S.W., (2017), Salinity Tolerance of Several Rice Genotypes at Seedling Stage. DOI ijas.v18n2.2017, hal. 63-68.
- Sah, S. K., Reddy, K. R., and Li, J., (2016), Abscisic Acid and Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants, Frontiers in plant science, Vol. 7, hal. 571.
- Samejima, H., Kondo, M., Ito, O., Nozoe, T., Shinano, T., Osaki, M., (2005), Characterization of Root Systems with Respect to Morphological Traits and Nitrogen-Absorbing Ability In New Plant Type Of Tropical Rice Lines, Journal of Plant Nutrition, Vol. 28, hal. 845-850.
- Santos, P.M., Thornton, B., Corsi, M., (2002), Nitrogen Dynamics in The Intact Grasses *Poa trivialis* And *Panicum maximum* Receiving Contrasting Supplies of Nitrogen. J. Exp. Bot., Vol. 53, hal. 2167–2176.
- Sarkar, D., Mandal, B., and Kundu, M.C., (2007), Increasing Use Efficiency of Boron Fertilizers by Rescheduling The Time And Methods of Application for Crops in India, J. Plant and Soil., Vol. 301, hal. 77-85.
- Sasaki, K., Ikeda, S., Eda, S., Mitsui, H., Hanzawa, E., Kisara, C., and Sato, T., (2010), Impact of Plant Genotype and Nitrogen Level on Rice Growth Response to Inoculation with *Azospirillum sp.* Strain B510 Under Paddy Field Conditions, Soil Science & Plant Nutrition, Vol. 56, No. 4, hal. 636-644.
- Sexcion, F.S.H., Egudane, J.A., Ismail, A.M., Dionisio-Sese, M.L., 2009, Morphophysiological Traits Associated with Tolerance of Salinity During Seedling Stage in Rice (*Oryza sativa L.*). Phil J Crop Sci, Vol. 34, No. 2, hal. 27–37.
- Shabala, S., and Cuin, T. A., (2008), Potassium Transport and Plant Salt Tolerance. Physiologia Plantarum, Vol. 133, No. 4, hal. 651-669.
- Shafi, M., Bakht, J., Khan, M.J. and Khan, M.A., (2010), Effect of Salinity and Ion Accumulation of Wheat Genotypes, Pak J. Bot., Vol. 42, hal.4113-4121.
- Shahzad A., Ahmad, M., Iqbal, M., Ahmed, I. and Ali, G.M., (2012), Evaluation of Wheat Landrace Genotypes for Salinity Tolerance at Vegetative Stage by Using Morphological and Molecular Markers, Genetics and Molecular Research, Vol. 11, No. 1, hal. 679-692.

- Shu, K., Chen, Q., Wu, Y., Liu, R., Zhang, H., Wang, P., and Yang, W., (2016), ABI 4 Mediates Antagonistic Effects of Abscisic Acid and Gibberellins at Transcript and Protein Levels, *The Plant Journal*, Vol. 85, No. 3, hal. 348-361.
- Singh, R. K., and Flowers, T. J., (2010), The Physiology and Molecular Biology of The Effects of Salinity on Rice. In: M. Pessarakli (ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*, 3rd edn, Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, hal. 901-942,
- Singh, R. K., Gregorio, G. B., and Ismail, A. M., (2008), Breeding Rice Varieties with Tolerance to Salt Stress, *J. Indian Soc. Coastal Agric. Res.* Vol 26, hal.16—21.
- Singh, R.K., Redona, E.D., and Refuerzo, L., (2010), Varietal Improvement for Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants: Special Reference to Salinity in Rice. In: A. Pareek, S. K. Sopory, H. J. Bohnert, and Govindjee (eds), *Abiotic Stress Adaptation in Plants: Physiological, Molecular and Genomic Foundation*, Springer, Dordrecht, Netherlands, hal. 387—415.
- Sobahan, M.A., Akter, N., Ohno, M., Okuma, E., Hirai, Y., Mori, I.C., Nakamura, Y., Murata, Y., (2012), Effects of Exogenous Proline and Glycinebetaine on The Salt Tolerance of Rice Cultivars, *Biosci Biotech Biochem.* Vol. 76, hal. 1568—1570.
- Song, Y., Zhang, C., Gea, W., Zhang, Y., Burlingameb, A.L., and Guoa, Y., (2011), Identification of NaCl Stress-Responsive Apoplastic Proteins in Rice Shoot Stems by 2D-DIGE, *Proteomics* Vol. 74, No. 7, hal. 1045—1067.
- Souleymane, O., Nartey, E., Manneh, B., Danquah, E., and Ofori Amirjani, G., (2015), Phenotypic Variability of 20 Rice Genotypes Under Salt Stress, *Int. J. Plant Breed. Genet.* Vol. 10, hal. 45-51
- Spollen, W. G., LeNoble, M. E., Samuels, T. D., Bernstein, N., and Sharp, R. E., (2000), Abscisic Acid Accumulation Maintains Maize Primary Root Elongation at Low Water Potentials By Restricting Ethylene Production. *Plant Physiology*, Vol. 122, No. 3, hal. 967-976.

- Sposito, G. (2008), The Chemistry of Soil, Oxford University Press, New York, hal. 321.
- Sudhir, P., Murthy, S.D.S., (2004), Effect of Salt Stress on Basic Processes of Photosynthesis. *Photosynthetica*; Vol 42, No. 4, hal. 481–486.
- Sunita, D. T., Vinay, K., dan Varsha, S., (2011), Differential Response of Two Scented Indica Rice (*Oryza sativa*) Cultivars Under Salt Stress. *Journal of Stress Physiology dan Biochemistry*, Vol. 7, No. 4, hal. 387-39.
- Suzuki, N., Miller, G., Salazar, C., Mondal, H. A., Shulaev, E., Cortes, D. F., and Shulaev, V., (2013), Temporal-Spatial Interaction Between Reactive Oxygen Species and Abscisic Acid Regulates Rapid Systemic Acclimation In Plants, *The Plant Cell*, tpc, hal. 113.
- Swapna, T.S., (2003), Salt Stress Induced Changes on Enzyme Activities During Different Developmental Stages of Rice (*Oryza sativa* Linn.), *Indian J Biotechnol.*, Vol. 2, hal. 251-258
- Székely, Á.; Szalóki, T.; Pauk, J.; Jancsó, M., Jolánkai, M., (2017), Effect of Salinity On Rice (*Oryza sativa* L.) in Seedling Stage. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 2064-781641, hal. 79-82.
- Tan, K.H., (2000), Environmental Soil Science, Marcel Dekker, New York, Hal. 478.
- Tatar, O., Brueck, H., Gevrek, M.N., And Asch, F., (2009), Physiological Responses of Two Turkish Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties to Salinity. *Turk J Agric.*, Vol 34, hal. 451-459.
- Tavakkoli, E., Fatehi, F., Coventry, S., Rengasamy, P. and McDonald, G. K. (2011). Additive effects of Na^+ and Cl^- ions on barley growth under salinity stress. *Journal of Experimental Botany* Vol 62, hal. 2189-2203.
- Theodorou, M. E., and Plaxton, W. C., (1993), Metabolic Adaptations of Plant Respiration to Nutritional Phosphate Deprivation, *Plant physiology*, Vol. 101, No. 2, hal. 339-344.
- Thornley, J.H.M. A., (1972), Balanced Quantitative Model for Root:Shoot Ratios in Vegetative Plants. *Ann. Bot.*, Vol 36, hal. 431–441.

- Tian, G., Gao, L., Kong, Y., Hu, X., Xie, K., Zhang, R., (2017), Improving Rice Population Productivity by Reducing Nitrogen Rate and Increasing Plant Density, PLoS ONE, Vol. 12, hal. 8.
- Todaka, D., Nakashima, K., Shinozaki, K., & Yamaguchi-Shinozaki, K., (2012), Toward Understanding Transcriptional Regulatory Networks in Abiotic Stress Responses and Tolerance In Rice, Rice, Vol. 5, No. 1, hal. 6.
- Tsukaya, H., (2002), Interpretation of Mutants in Leaf Morphology: Genetic Evidence for A Compensatory System in Leaf Morphogenesis That Provides A New Link Between Cell and Organismal Theories, International review of cytology, Vol. 217, hal. 1-39.
- Urano, D., Colaneri, A. and Jones, A.M., (2014), α Modulates Salt-Induced Cellular Senescence and Cell Division in Rice And Maize. J. Exp. Bot., Vol. 65, No. 22, hal. 6553-6561.
- Waines, J., and Ehdai, B., (2007), Domestication and Crop Physiology: Roots of Green-Revolution Wheat, Ann. Bot., Vol. 100, hal. 991-998.
- Wang, F. H., Wang, X. Q., & Ken, S., (2004), Comparison of Conventional, Flood Irrigated, Flat Planting with Furrow Irrigated, Raised Bed Planting for Winter Wheat in China, Field Crops Research, Vol. 87, hal. 35–42.
- Wang, H., Zhang, M. S., Guo, R., Shi, D. C., Liu, B., Lin, X. Y., Yang, C. W. (2012), Effects of Salt Stress on Ion Balance and Nitrogen Metabolism of Old and Young Leaves in Rice (*Oryza sativa* L.).BMC Plant Biol, Vol 12, hal. 194.
- Wang, Z.Q., Guo, D.L., Wang, X.R., Gu, J.C., Mei, L., (2006), Fine Root Architecture, Morphology, And Biomass of Different Branch Orders of Two Chinese Temperate Tree Species, Plant Soil, Vol. 288 hal. 155–171.
- Watanabe, H., Saigusa, M. and Morita, S., (2006), Identification of Caspary Bands in The Mesocotyl and Lower Internodes Of Rice (*Oryza sativa* L.) Seedling Using Fluorescence Microscopy. Plant Prod. Sci. Vol. 9, hal. 390-394.

- Wegner, L. H., (2013), Root Pressure And Beyond: Energetically Uphill Water Transport Into Xylem Vessels?, Journal of Experimental Botany, Vol. 65, No. 2, hal. 381-393.
- Weitbrecht, K., Müller, K., Leubner-Metzger, G., (2011), First Off The Mark: Early Seed Germination, Journal of Experimental Botany, Vol.62, no. 10, hal..3289-3309.
- Werner, T., Motyka, V., Laucou, V., Smets, R., Van Onckelen, H., and Schmülling, T., (2003), Cytokinin-Deficient Transgenic Arabidopsis Plants Show Multiple Developmental Alterations Indicating Opposite Functions of Cytokinins In The Regulation of Shoot And Root Meristem Activity, The Plant Cell, Vol. 15, No. 11, hal. 2532-2550.
- Werner, T., Motyka, V., Strnad, M., & Schmülling, T., (2001), Regulation of Plant Growth by Cytokinin, Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 98, No. 18, hal. 10487-10492.
- Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., Ackerly, D.D., Baruch, Z., Bongers, F., Cavender-Bares, J., Chapin, T., Cornelissen, J.H.C., Diemer, M., (2004), The Worldwide Leaf Economics Spectrum, Nature, Vol. 428, hal. 821–827.
- Xiong, L., and Zhu, J.K., (2001), Abiotic Stress Signal Transduction in Plants: Molecular and Genetic Perspectives, Physiol., Plant., Vol. 112, Hal. 152-166.
- Xu Z.Z., Shimizu H., Yagasaki Y., Ito S., Zheng Y.R., Zhou G.S., (2013), Interactive Effects of Elevated CO₂, Drought, and Warming on Plants, J. Plant Growth Regul, Vol. 32, hal. 692–707
- Xu, J., Huang, X., Lan, H., Zhang, H., Huang, J., (2016) Rearrangement of Nitrogen Metabolism in Rice (*Oryza sativa* L.) Under Salt Stress. Plant Signaling & Behavior, Vol 11, No. 3.
- Yaghubi, M., G. Nematzadeh, Pirdashti, H. and Modarresi, M., (2013). Change in Some Morphological Traits of Two Contrast Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars in Response to Salinity. Int. J. Farm. Alli. Sci. Vol 2, No. 22, 1037-1041.

- Yang, C., Yang, L., Yang, Y. and Ouyang, Z., (2004), Rice Root Growth and Nutrient Uptake as Influenced by Organic Manure in Continuously and Alternately Flooded Paddy Soils, Agric. Water Manage, Vol. 70, hal. 67-81.
- Yang, J. C., (2011), Relationships of Rice Root Morphology and Physiology with The Formation of Grain Yield and Quality and The Nutrient Absorption and Utilization, Sci. Agric. Sin., Vol. 44, No. 1, hal. 36-46.
- Yang, J.L., Li, Y.Y., Zhang, Y.J., Zhang, S.S., Wu, Y.R., Wu, P., and Zheng, S.J., (2008), Cell Wall Polysaccharides are Specifically Involved in The Exclusion of Aluminum From The Rice Root Apex, Plant Physiol, Vol. 146, hal. 602-611.
- Yang, T., Zhang, S., Hu, Y., Wu, F., Hu, Q., Chen, G., and Xu, G., (2014). The Role of Oshak5 in Potassium Acquisition and Transport from Roots to Shoots in Rice at Low Potassium Supply Levels, Plant Physiology, hal.114.
- Ye, Y., Liang, X., Chen, Y., Li, L., Ji, Y., Zhu, C., (2014), Carbon, Nitrogen and Phosphorus Accumulation and Partitioning, and C:N:P Stoichiometry in Late-Season Rice under Different Water and Nitrogen Managements, PLoS ONE Vol. 9, no. 7, hal. e101776.
- Yeo, A. R., & Flowers, T. J., (1989), Breeding For Salt Tolerance, Plants Under Stress: Biochemistry, Physiology and Ecology and Their Application to Plant Improvement, Vol. 39, hal. 217.
- Yeo, A. R., Yeo, M. E., Flowers, S. A., and Flowers, T. J., (1990), Screening of Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes for Physiological Characters Contributing to Salinity Resistance, and Their Relationship to Overall Performance. Theoretical and Applied Genetics, Vol. 79, No.3, hal. 377-384.
- Zeng L, Lesch S. M, Grieve CM, (2003), Rice Growth and Yield Respond to Changes in Water Depth and Salinity Stress. Agric. Water Management. Vol. 59, hal. 67-75.

- Zeng L. and Shannon. M.C., (2000), Effects of Salinity on Grain Yield and Yield Components of Rice at Different Seeding Densities, *Agron. J.* Vol. 92, hal. 418–423 (a).
- Zeng, L., and Shannon, M. C., (2000), Salinity Effects on The Seedling Growth and Yield Components Of Rice, *Crop Sci.*, Vol. 40, hal. 996—1003.
- Zeng, L., Shannon, M. C. and Lesch, S. M., (2001), Timing of Salinity Stress Affects Rice Growth and Yield Components, *Agric. Water Manage.* Vol. 48, hal. 191—206.
- Zeng, L., Shannon, M. C., & Grieve, C. M., (2002), Evaluation of Salt Tolerance in Rice Genotypes by Multiple Agronomic Parameters, *Euphytica*, Vol. 127, No. 2, hal. 235-245.
- Zhang, H., Tan, G. L., Sun, X. L., Liu, L. J., and Yang, J. C., (2009), Changes in Grain Quality During The Evolution of Mid-Season Indica Rice Cultivars in Jiangsu Province, *Acta Agron. Sin.*, Vol. 35, No. 11, hal. 2037-2044.
- Zhang, K., Xia, X., Zhang, Y., & Gan, S. S. (2012). An ABA-Regulated and Golgi-Localized Protein Phosphatase Controls Water Loss During Leaf Senescence in Arabidopsis. *The Plant Journal*, 69(4), 667-678.
- Zhu X.G., Song, Q., Ort, D.R., (2012), Elements of A Dynamic Systems Model of Canopy Photosynthesis. *Curr. Opin. Plant Biol.*, Vol. 15, hal. 237–244.
- Zhu, X.G., Long, S.P., and Ort, D.R., (2010), Improving Photosynthetic Efficiency for Greater Yield, *Annu. Rev. Plant Biol.*, Vol. 61, hal. 235–261.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran Pertumbuhan Tanaman

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Ulangan	Tinggi (cm)	Anakan (n)	Daun (n)
Inisiasi malai	S4	Tinggi	1	38	2	9
Inisiasi malai	S4	Tinggi	2	36	3	11
Inisiasi malai	S4	Tinggi	3	27	1	3
Inisiasi malai	S4	Rendah	1	62	9	32
Inisiasi malai	S4	Rendah	2	64	5	18
Inisiasi malai	S4	Rendah	3	67	8	15
Inisiasi malai	S10	Tinggi	1	50	4	15
Inisiasi malai	S10	Tinggi	2	57	3	12
Inisiasi malai	S10	Tinggi	3	41	2	7
Inisiasi malai	S10	Rendah	1	54	6	17
Inisiasi malai	S10	Rendah	2	62	6	18
Inisiasi malai	S10	Rendah	3	55	6	17
Inisiasi malai	S13	Tinggi	1	41	4	10
Inisiasi malai	S13	Tinggi	2	36	4	16
Inisiasi malai	S13	Tinggi	3	61	5	18
Inisiasi malai	S13	Rendah	1	65	10	27
Inisiasi malai	S13	Rendah	2	59	12	28
Inisiasi malai	S13	Rendah	3	67	7	17
Inisiasi malai	L18	Tinggi	1	38	5	18
Inisiasi malai	L18	Tinggi	2	39	5	14
Inisiasi malai	L18	Tinggi	3	40	5	17
Inisiasi malai	L18	Rendah	1	62	10	32
Inisiasi malai	L18	Rendah	2	58	6	23
Inisiasi malai	L18	Rendah	3	62	12	34
Keluar Malai	S4	Tinggi	1	62	7	17
Keluar Malai	S4	Tinggi	2	51	3	11
Keluar Malai	S4	Tinggi	3	59	10	24
Keluar Malai	S4	Rendah	1	78	19	46
Keluar Malai	S4	Rendah	2	80	15	35
Keluar Malai	S4	Rendah	3	83	25	61
Keluar Malai	S10	Tinggi	1	50	7	18
Keluar Malai	S10	Tinggi	2	72	11	29

Keluar Malai	S10	Tinggi	3	45	8	18
Keluar Malai	S10	Rendah	1	73	12	33
Keluar Malai	S10	Rendah	2	70	17	47
Keluar Malai	S10	Rendah	3	73	19	53
Keluar Malai	S13	Tinggi	1	75	12	49
Keluar Malai	S13	Tinggi	2	73	12	28
Keluar Malai	S13	Tinggi	3	55	20	49
Keluar Malai	S13	Rendah	1	76	18	52
Keluar Malai	S13	Rendah	2	73	23	54
Keluar Malai	S13	Rendah	3	82	26	72
Keluar Malai	L18	Tinggi	1	64	6	16
Keluar Malai	L18	Tinggi	2	62	7	18
Keluar Malai	L18	Tinggi	3	61	5	14
Keluar Malai	L18	Rendah	1	80	15	30
Keluar Malai	L18	Rendah	2	74	17	36
Keluar Malai	L18	Rendah	3	76	22	47

Fase	0.000	0.000	0.000
Galur	0.250	0.003	0.002
Salinitas	0.000	0.000	0.000
Fase*Galur	0.317	0.057	0.001
Fase*Salinitas	0.352	0.002	0.008
Galur*Salinitas	0.047	0.337	0.504
Tahap*Galur*Salinitas	0.355	0.592	0.830

Lampiran 2. Pengukuran Biomassa Tanaman

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Ulangan	Daun Hijau (gr/ind)	Batang (gr/Ind)	Daun Mati (gr/Ind)	Akar (gr/Ind)	Total Biomassa (gr/Ind)
Inisiasi malai	S4	Tinggi	1	0.32	0.42	0.02	0.05	0.81
Inisiasi malai	S4	Tinggi	2	0.39	0.61	0.01	0.03	1.04
Inisiasi malai	S4	Tinggi	3	0.14	0.18	0	0.04	0.36
Inisiasi malai	S4	Rendah	1	2.06	2.41	0.17	1.61	6.25
Inisiasi malai	S4	Rendah	2	1.42	1.77	0.18	1.2	4.57
Inisiasi malai	S4	Rendah	3	1.36	1.55	0.31	0.78	4
Inisiasi malai	S10	Tinggi	1	1.01	1.52	0.05	0.2	2.78
Inisiasi malai	S10	Tinggi	2	0.73	0.72	0	0.12	1.57
Inisiasi malai	S10	Tinggi	3	0.51	0.6	0	0.04	1.15
Inisiasi malai	S10	Rendah	1	0.87	0.82	0.08	0.59	2.36

Inisiasi malai	S10	Rendah	2	0.84	1.51	0	0.42	2.77
Inisiasi malai	S10	Rendah	3	1.25	1.37	0.09	0.6	3.31
Inisiasi malai	S13	Tinggi	1	0.51	0.68	0	0.08	1.27
Inisiasi malai	S13	Tinggi	2	0.47	0.63	0.03	0.08	1.21
Inisiasi malai	S13	Tinggi	3	0.97	0.9	0	0.26	2.13
Inisiasi malai	S13	Rendah	1	2.19	2.53	0.14	1.21	6.07
Inisiasi malai	S13	Rendah	2	3.29	5.51	0.09	0.98	9.87
Inisiasi malai	S13	Rendah	3	1.26	0.78	0.11	0.87	3.02
Inisiasi malai	L18	Tinggi	1	0.89	1.83	0	0.13	2.85
Inisiasi malai	L18	Tinggi	2	0.19	0.17	0.01	0.05	0.42
Inisiasi malai	L18	Tinggi	3	0.49	0.63	0.03	0.18	1.33
Inisiasi malai	L18	Rendah	1	1.73	2.02	0.32	1.54	5.61
Inisiasi malai	L18	Rendah	2	2.69	1.27	0.05	1.1	5.11
Inisiasi malai	L18	Rendah	3	2.48	2.24	0.42	1.85	6.99
Keluar Malai	S4	Tinggi	1	1.06	1.48	0	0.24	2.78
Keluar Malai	S4	Tinggi	2	0.45	0.47	0	0.07	0.99
Keluar Malai	S4	Tinggi	3	1.38	1.71	0	0.42	3.51
Keluar Malai	S4	Rendah	1	4.22	8.21	0	2.13	14.56
Keluar Malai	S4	Rendah	2	3.85	6.26	0	1.45	11.56
Keluar Malai	S4	Rendah	3	5.29	8.33	0.2	3.39	17.21
Keluar Malai	S10	Tinggi	1	0.88	1.17	0	0.26	2.31
Keluar Malai	S10	Tinggi	2	2.62	3.22	0.03	1.19	7.06
Keluar Malai	S10	Tinggi	3	0.75	0.16	0	0.2	1.11
Keluar Malai	S10	Rendah	1	2.41	3.02	0.07	1.76	7.26
Keluar Malai	S10	Rendah	2	3.91	5.05	0	1.14	10.1
Keluar Malai	S10	Rendah	3	4.67	6.25	0.07	1.86	12.85
Keluar Malai	S13	Tinggi	1	3.1	3.31	0	1.06	7.47
Keluar Malai	S13	Tinggi	2	2.02	2.69	0	0.75	5.46
Keluar Malai	S13	Tinggi	3	2.46	2.86	0	0.67	5.99
Keluar Malai	S13	Rendah	1	5.13	7.51	0.1	2.35	15.09
Keluar Malai	S13	Rendah	2	4.09	5.53	0.15	1.88	11.65
Keluar Malai	S13	Rendah	3	5.76	12.36	0.11	2.05	20.28
Keluar Malai	L18	Tinggi	1	1.09	1.4	0	0.32	2.81
Keluar Malai	L18	Tinggi	2	1.23	1.8	0	0.32	3.35
Keluar Malai	L18	Tinggi	3	0.53	0.47	0	0.19	1.19
Keluar Malai	L18	Rendah	1	2.41	3.52	1.14	0.99	8.06
Keluar Malai	L18	Rendah	2	2.71	4.5	0.13	1.28	8.62
Keluar Malai	L18	Rendah	3	4.71	2.22	0.12	1.77	8.82

Fase		0.000	0.000	0.993	0.000	0.000
Galur		0.010	0.006	0.118	0.150	0.004
Salinitas		0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Fase*Galur		0.056	0.055	0.615	0.027	0.022
Fase*Salinitas		0.001	0.000	0.822	0.061	0.000
Galur*Salinitas		0.228	0.056	0.106	0.039	0.061
Tahap*Galur*						
Salinitas		0.397	0.430	0.598	0.216	0.331

Lampiran 3. Partisi Biomassa Tanaman

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Ulangan	Daun Hijau (%)	Batang (%)	Daun Mati (%)	Akar (%)	Total Biomassa (gr/%)
Inisiasi malai	S4	Tinggi	1	39.5%	51.9%	2.5%	93.8%	6.2%
Inisiasi malai	S4	Tinggi	2	37.5%	58.7%	1.0%	97.1%	2.9%
Inisiasi malai	S4	Tinggi	3	38.9%	50.0%	0.0%	88.9%	11.1%
Inisiasi malai	S4	Rendah	1	33.0%	38.6%	2.7%	74.2%	25.8%
Inisiasi malai	S4	Rendah	2	31.1%	38.7%	3.9%	73.7%	26.3%
Inisiasi malai	S4	Rendah	3	34.0%	38.8%	7.8%	80.5%	19.5%
Inisiasi malai	S10	Tinggi	1	36.3%	54.7%	1.8%	92.8%	7.2%
Inisiasi malai	S10	Tinggi	2	46.5%	45.9%	0.0%	92.4%	7.6%
Inisiasi malai	S10	Tinggi	3	44.3%	52.2%	0.0%	96.5%	3.5%
Inisiasi malai	S10	Rendah	1	36.9%	34.7%	3.4%	75.0%	25.0%
Inisiasi malai	S10	Rendah	2	30.3%	54.5%	0.0%	84.8%	15.2%
Inisiasi malai	S10	Rendah	3	37.8%	41.4%	2.7%	81.9%	18.1%
Inisiasi malai	S13	Tinggi	1	40.2%	53.5%	0.0%	93.7%	6.3%
Inisiasi malai	S13	Tinggi	2	38.8%	52.1%	2.5%	93.4%	6.6%
Inisiasi malai	S13	Tinggi	3	45.5%	42.3%	0.0%	87.8%	12.2%
Inisiasi malai	S13	Rendah	1	36.1%	41.7%	2.3%	80.1%	19.9%
Inisiasi malai	S13	Rendah	2	33.3%	55.8%	0.9%	90.1%	9.9%
Inisiasi malai	S13	Rendah	3	41.7%	25.8%	3.6%	71.2%	28.8%
Inisiasi malai	L18	Tinggi	1	31.2%	64.2%	0.0%	95.4%	4.6%
Inisiasi malai	L18	Tinggi	2	45.2%	40.5%	2.4%	88.1%	11.9%
Inisiasi malai	L18	Tinggi	3	36.8%	47.4%	2.3%	86.5%	13.5%
Inisiasi malai	L18	Rendah	1	30.8%	36.0%	5.7%	72.5%	27.5%
Inisiasi malai	L18	Rendah	2	52.6%	24.9%	1.0%	78.5%	21.5%
Inisiasi malai	L18	Rendah	3	35.5%	32.0%	6.0%	73.5%	26.5%
Keluar Malai	S4	Tinggi	1	38.1%	53.2%	0.0%	91.4%	8.6%
Keluar Malai	S4	Tinggi	2	45.5%	47.5%	0.0%	92.9%	7.1%

Keluar Malai	S4	Tinggi	3	39.3%	48.7%	0.0%	88.0%	12.0%
Keluar Malai	S4	Rendah	1	29.0%	56.4%	0.0%	85.4%	14.6%
Keluar Malai	S4	Rendah	2	33.3%	54.2%	0.0%	87.5%	12.5%
Keluar Malai	S4	Rendah	3	30.7%	48.4%	1.2%	80.3%	19.7%
Keluar Malai	S10	Tinggi	1	38.1%	50.6%	0.0%	88.7%	11.3%
Keluar Malai	S10	Tinggi	2	37.1%	45.6%	0.4%	83.1%	16.9%
Keluar Malai	S10	Tinggi	3	67.6%	14.4%	0.0%	82.0%	18.0%
Keluar Malai	S10	Rendah	1	33.2%	41.6%	1.0%	75.8%	24.2%
Keluar Malai	S10	Rendah	2	38.7%	50.0%	0.0%	88.7%	11.3%
Keluar Malai	S10	Rendah	3	36.3%	48.6%	0.5%	85.5%	14.5%
Keluar Malai	S13	Tinggi	1	41.5%	44.3%	0.0%	85.8%	14.2%
Keluar Malai	S13	Tinggi	2	37.0%	49.3%	0.0%	86.3%	13.7%
Keluar Malai	S13	Tinggi	3	41.1%	47.7%	0.0%	88.8%	11.2%
Keluar Malai	S13	Rendah	1	34.0%	49.8%	0.7%	84.4%	15.6%
Keluar Malai	S13	Rendah	2	35.1%	47.5%	1.3%	83.9%	16.1%
Keluar Malai	S13	Rendah	3	28.4%	60.9%	0.5%	89.9%	10.1%
Keluar Malai	L18	Tinggi	1	38.8%	49.8%	0.0%	88.6%	11.4%
Keluar Malai	L18	Tinggi	2	36.7%	53.7%	0.0%	90.4%	9.6%
Keluar Malai	L18	Tinggi	3	44.5%	39.5%	0.0%	84.0%	16.0%
Keluar Malai	L18	Rendah	1	29.9%	43.7%	14.1%	87.7%	12.3%
Keluar Malai	L18	Rendah	2	31.4%	52.2%	1.5%	85.2%	14.8%
Keluar Malai	L18	Rendah	3	53.4%	25.2%	1.4%	79.9%	20.1%

Lampiran 4. Deskripsi Galur-galur Padi

IR86385-38-1-1-B-Ind-B (S4)

Nama Galur : IR86385-38-1-1-B-Ind-B
 Kategori :Padi sawah
 Nama yang diusulkan :-
 Asal persilangan : IRRI 149/IR 61920-3B-22-2-1
 Golongan :cere
 Umur tanaman :±110hss
 Bentuk tanaman : tegak
 Tinggi tanaman :±110 cm
 Jumlah gabah per malai : ±100 bulir
 Anakan produktif :±16 anakan
 Warna gabah :bersih
 Rata-rata Hasil (ka 14%) :5,35 t/ha pada lahan salin dengan kondisi pengairan tersedia
 Bobot 1000 butir :± 24.61 g
 Ketahanan terhadap hama :sedang diuji
 Keterangan/sifata khusus :toleran salin pada fase bibit pada cekaman 12 dSm-1 dan sesuai untuk lahan sawah

Inpari 35 Salin (S13)

Nama Galur	:CSR90-IR-2 (Introduksi)
Kategori	:Padi sawah
Nama yang diusulkan	:INPARI 35 Salin
Asal persilangan	:IR10206-29-21xSUAKOKO (SEL.)
Golongan	:cere
Umur tanaman	:106±13 hari
Bentuk tanaman	: tegak
Tinggi tanaman	:100±13cm
Jumlah gabah isi per malai	:78±23
Anakan produktif	:17±5
Potensi Hasil	:8.32 t/ha
Rata-rata Hasil (ka 14%)	:5.23 t/ha
Bobot 1000 butir	:25.49±2.9 g
Keterangan/sifata khusus	:toleran salin pada fase bibit pada cekaman 12 dSm-1 dan sesuai untuk lahan sawah

HHZ 14-SAL 19-Y1 (S10)

Nama Galur :	
Kategori	:Padi sawah
Nama yang diusulkan	:-
Asal persilangan	:R644/HHZ*2
Golongan:	:cere
Umur tanaman	:110-115 hss
Bentuk tanaman	: tegak
Tinggi tanaman	:98-102 cm
Jumlah gabah isi per malai	:96-112 bulir per malai
Anakan produktif	:14-18 anakan
Daun bendera	:agak tegak
Bentuk gabah	:panjang ramping
Warna gabah	:kuning bersih
Rata-rata Hasil (ka 14%)	:4.24-5.46 t/ha
Bobot 1000 butir	:21.77-23.88 g
Ketahanan terhadap hama	:sedang diuji
Keterangan/sifata khusus	:toleran salin pada fase bibit pada cekaman 12 dSm-1 dan sesuai untuk lahan sawah

Ciherang (L18)

Komoditas	:Padi Sawah
Anakan Produktif	:14-17 batang
Asal Persilangan	:IR18349-53-1-3-1-3/IR19661-131-3-1//IR19661-131-3-1-//IR64///IR64
Bentuk Gabah	:Panjang ramping
Bobot	:1000 butir = 27-28 gr
Dilepas Tahun	:2000
Golongan	:Cere
Hasil	:5 -8,5 t/ha
Tinggi Tanaman	:107-115 cm
Umur Tanaman	:116-125 hari

Keterangan:

Tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan agak tahan biotipe 3. Tahan terhadap hawar daun bakteri strain III dan IV. Baik ditanam di lahan sawah irigasi dataran rendah sampai 5000 m dpl.

Lampiran 5. Rasio Berat Daun

Fase Pertumbuhan	Galur	Salinitas	Total Daun (gr/individu)	Rasio Berat Daun (gr/m ²)
Inisiasi Malai	S4	Tinggi	0.29	4.69
		Rendah	1.83	29.33
		Rasio	1.54	24.64
	S10	Tinggi	0.77	12.27
		Rendah	1.04	16.69
		Rasio	0.28	4.43
	S13	Tinggi	0.66	10.56
		Rendah	2.36	37.76
		Rasio	1.70	27.20
Keluar Malai	L18	Tinggi	0.54	8.59
		Rendah	2.56	41.01
		Rasio	2.03	32.43
	S4	Tinggi	0.96	15.41
		Rendah	4.52	72.32
		Rasio	3.56	56.91
	S10	Tinggi	1.43	22.83
		Rendah	3.71	59.36
		Rasio	2.28	36.53
	S13	Tinggi	2.53	40.43
		Rendah	5.11	81.81
		Rasio	2.59	41.39
	L18	Tinggi	0.95	15.20
		Rendah	3.74	59.84
		Rasio	2.79	44.64

Lampiran 6. Pengukuran Periodik Lahan Penelitian

Lamongan

Parameter	0 hss	20 hss	40 hss	60 hss
Salinitas Tanah	8.14	8.17	6.55	6.59
Cl- tanah	5210	5210	4219	4219
pH tanah	6.8	6.8	7.1	7.0
Kelembapan Tanah	18.84	32.17	22.85	23.3
Salinitas Irigasi	1.56	0.87	0.85	0.86
pH Irigasi	7	6.9	7.0	6.9
Intensitas Cahaya	35000	27300	34500	20300

Surabaya

Parameter	0 hss	20 hss	40 hss	60 hss
Salinitas Tanah	2.94	3.59	5.2	3.48
Cl- tanah	4958	6060	8771	5871
pH tanah	7.76	8.65	7.1	7.17
Kelembapan Tanah	62.55	57.81	54.3	59.77
Salinitas Irigasi	1.93	2.07	2.96	3.37
pH Irigasi	7.78	7.1	6.39	6.48
Intensitas Cahaya	46600	50700	73000	62700

Lampiran 7. Foto Pengukuran Parameter Lingkungan

Salinitas	pH	Intensitas Cahaya
		
EC Meter	pH meter	Lux Meter

Lampiran 8. Foto Galur-galur Padi Tahan Salin di lahan

Lamongan (Salinitas Tinggi)	Surabaya (Salinitas Rendah)
	

Lampiran 9. Foto Galur-galur Padi Tahan Salin

Galur	Salinitas Tinggi (50 hss)	Salinitas Tinggi (60 hss)	Salinitas Rendah (60 hss)
S4			
S10			
S13			
L18			

“Halaman ini sengaja dikosongkan”