

# MUKA AIR OPTIMUM PADA SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION (SRI)

## OPTIMUM WATER LEVEL FOR SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION (SRI)

Oleh:

**Nur Aini Iswati Hasanah<sup>1)</sup>, Budi Indra Setiawan<sup>2)</sup>, Chusnul Arif<sup>2)</sup>, Slamet Widodo<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2)</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: nurainiiswatihasanah@gmail.com, budindra@ipb.ac.id, chusnul\_ar@yahoo.com, slamet.ae39@gmail.com

Naskah ini diterima pada 19 Mei 2017; revisi pada 12 Juli 2017; disetujui untuk dipublikasikan pada 01 Agustus 2017

### ABSTRACT

*Controlling water table is the way to manage water in SRI paddy field. Farmers tend to apply different water table depend on their local water management practices. It may have different effect on plant growth that can be seen in the number of tillers. In this study, tiller development of SRI paddy was studied by using experimental pots under various water tables treatments. The water table is controlled by using mariotte tube and set at -12, -7, -5, -3, 0, and +2 cm from the soil surface. The result shows that soil moisture ( $\theta$ ) were fluctuated due to intermittent irrigation and water table treatment. It affects the tiller growths rate that varied with average value 0.21-0.29 tiller/day. The first tiller appears at 18 days after transplanting (DAT). The tillers number keep increasing until reaching the highest number (around 63 to 72 DAT). This empirical study showed that setting water table at -5 cm under soil surface in SRI paddy cultivation is the best to reach high tiller number, and highest land and water productivity compare to another water table treatments. Consistency in producing tiller from beginning tiller production until the end of cultivation season could be seen from this treatment.*

**Keywords:** *crop growth, mariotte tube, paddy, SRI, tiller, water table*

### ABSTRAK

Pengendalian muka air merupakan cara mengelola air di sawah SRI. Petani cenderung mengaplikasikan muka air yang berbeda tergantung pada praktek pengelolaan air setempat. Hal ini dapat berimplikasi pada pertumbuhan tanaman yang dapat terlihat dari jumlah anakan. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada pembentukan anakan padi SRI di berbagai perlakuan muka air. Muka air dikendalikan menggunakan tabung mariot dengan *set-point* -12, -7, -5, -3, 0, dan +2 cm dari permukaan tanah. Hasil penelitian menunjukkan nilai kelembaban tanah ( $\theta$ ) berfluktuasi karena adanya penerapan irigasi berselang dan perbedaan muka air. Hal tersebut mempengaruhi jumlah anakan yang terbentuk dimana laju pembentukannya bervariasi antara 0,21-0,29 anakan/hari. Anakan pertama muncul pada 18 hari setelah tanam (HST). Jumlah anakan terus meningkat hingga mencapai nilai maksimal pada 63-72 HST. Studi empirik ini menunjukkan bahwa pengendalian muka air pada -5 cm dari permukaan tanah di budidaya padi SRI merupakan pengelolaan air terbaik dalam produksi anakan dengan produktivitas lahan dan air tertinggi daripada penerapan muka air lainnya. Konsistensi produksi anakan dari awal pembentukan anakan hingga akhir dari musim tanam terlihat pada perlakuan ini.

**Kata kunci :** *anakan, muka air, padi, pertumbuhan tanaman, SRI, tabung mariot*

## I. PENDAHULUAN

Pengaturan muka air di sawah *System of Rice Intensification* (SRI) dilakukan petani untuk menjaga ketersediaan air di sawah sedemikian hingga tercipta kondisi macak-macak. Pengaturan tersebut merupakan salah satu aktivitas spesifik lokal, sehingga tinggi muka air yang diterapkan umumnya beragam (Hasanah, Setiawan, Arif, & Widodo, 2015). Penerapan muka air tersebut sangat terkait dengan ketersediaan air di lahan. Penerapan muka air yang berbeda dapat menghasilkan kondisi lingkungan perakaran yang berbeda pula (Kasli & Effendi, 2012; Mahulette, 2013).

Pengaturan muka air di SRI menciptakan kondisi aerobik di tanah. Kondisi tersebut mendukung mikroba tanah, sehingga keanekaragamannya di dalam tanah melimpah melalui eksudat akar. Eksudat dari akar tanaman padi menyebabkan infeksi mikoriza ke akar tanaman, sehingga meningkatkan variasi dan jumlah hara yang diserap akar, terutama P, secara biologis di rhizosfer, serta meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah (Susila, Elita, & Yefriwati, 2016). Kondisi inilah yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, khususnya dalam hal pembentukan anakan.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian budidaya padi SRI di berbagai penerapan muka air (-12, -7, -5, -3, 0, +2 cm dari permukaan tanah). Tujuan dari penelitian meliputi: (1) Mengetahui pembentukan anakan padi SRI pada berbagai perlakuan muka air dan (2) Mengetahui perlakuan muka air optimum untuk pembentukan anakan padi SRI

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *System of Rice Intensification*

*System of Rice Intensification* (SRI) merupakan seperangkat manajemen budidaya padi dengan prinsip yang dapat dirangkum pada point berikut ini (Stoop, Uphoff, & Kassam, 2002; Uphoff, Kassam, & Harwood, 2011):

1. Penanaman benih muda (8-12 hari setelah semai) untuk menjaga potensi pertumbuhan akar dan batang tumbuh dengan baik,
2. Penanaman dangkal (1-2 cm) maksimal 30 menit sebelum dipindah untuk menghindari trauma akar,
3. Penanaman tunggal dengan jarak tanam lebar (umumnya 30 x 30 cm<sup>2</sup>) untuk memberikan ruang yang cukup bagi akar dan batang tumbuh dengan baik,
4. Penerapan irigasi berselang tanpa penggenangan yang tinggi,

5. Penyiangan rutin sejak 10 HST guna mengurangi gulma dan meningkatkan aerasi tanah,
6. Penggunaan pupuk organik/kompos disarankan untuk lebih meningkatkan bahan material organik di sawah yang dapat menyuburkan tanah.

SRI lebih dikenal sebagai budidaya padi hemat air. Pada metode budidaya SRI, sawah tidak digenangi air secara terus-menerus. Hal ini berbeda dengan budidaya padi konvensional dimana petani umumnya menggenangi sawah secara terus-menerus dengan muka air mencapai 15 cm dari permukaan tanah (Puslitbangtanak, 2004).

### 2.2. Pengendalian Muka Air

Petani menjaga ketersediaan air di sawah SRI sedemikian hingga tercipta kondisi cukup lembab (macak-macak). Arif, Setiawan, & Mizoguchi (2014) melaporkan bahwa berdasarkan data pengukuran pada tiga musim tanam, kelembaban tanah optimum adalah 0,622 (basah), 0,593 (basah), 0,455 (agak basah), dan 0,350 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> (kering) untuk fase awal, vegetatif, tengah musim dan akhir musim, namun pengendalian air berdasarkan data kelembaban tersebut masih sulit diterapkan di lahan. Petani cenderung menggunakan muka air sebagai target pengelolaan air.

Pengendalian muka air merupakan salah satu teknologi pengelolaan irigasi yang efektif dan efisien di lahan sawah. Muka air tersebut dipengaruhi langsung oleh hujan dan kondisi iklim mikro, serta proses evapotranspirasi yang bervariasi dengan jenis tanaman dan waktu. Muka air perlu dikendalikan dengan baik agar ketersediaan air di sawah mampu dijaga sesuai dengan yang diinginkan sehingga tanaman terhindar dari kekurangan air (Sirait, Saptomo, & Purwanto, 2015). Muka air yang seringkali diterapkan di SRI Indonesia adalah maksimum muka air +2 cm di atas permukaan tanah hingga minimum muka air mendekati 10 cm di bawah permukaan tanah dimana fenomena retak rambut mulai terjadi (Sato and Uphoff, 2007; Sofiyuddin, Martief, Setiawan, & Arif, 2010).

Kondisi kekurangan air mampu mempengaruhi semua faktor pertumbuhan tanaman padi, mulai dari perubahan fisiologi, morfologi, pola pertumbuhan, dan akhirnya mempengaruhi hasil (Sujinah & Jamil, 2016). Oleh karena itu, pengendalian muka air perlu dioptimalkan agar cekaman kekeringan yang mampu menurunkan hasil panen dapat dihindari.

### 2.3. Produktivitas Air dan Lahan

Kebutuhan beras akan meningkat pada dekade mendatang. Kebutuhan tersebut terkait dengan berbagai faktor, dengan pertumbuhan populasi sebagai salah satu faktor utama (Kampman, Brouwer, & Schepers, 2008).

Permasalahannya adalah ketersediaan lahan pertanian, dalam hal ini sawah, justru menurun akibat adanya alih fungsi lahan (Smeets, Faaij, Lewandowski, & Turkenburg, 2007). Oleh karena itu, peningkatan produktivitas lahan perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan, salah satunya dengan metode penanaman SRI.

Produktivitas lahan merupakan hasil *output* (panen) per unit luas lahan yang ditanami (Nay-Htoon, Tung Phong, Schlüter, & Janaiah, 2013). Menurut Uphoff (2008), SRI dapat menghemat benih sebesar 80-90% dengan tetap meningkatkan produktivitas lahan minimal sebesar 25-50%, namun peningkatan yang sering terjadi adalah 50-100% atau bahkan lebih.

Produktifitas air dari penanaman padi juga perlu ditingkatkan dengan menggunakan pasokan air yang lebih kecil (Africare, Oxfam America, & WWF-ICRISAT Project, 2010). Produktifitas air ini merupakan hasil panen yang ada setiap satuan air yang digunakan (*TWU*) dengan *TWU* dapat didekati dengan volume air yang digunakan (Nay-Htoon *et al.*, 2013). Dalam hal ini, SRI mampu meningkatkan produktifitas air di budidaya padi dengan menghemat jumlah air yang digunakan sebesar 25-50% (Uphoff, 2008).

## III. METODOLOGI

### 3.1. Lokasi dan Desain Penelitian

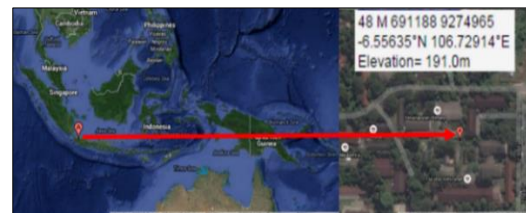
Penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik Sumberdaya Air, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan-IPB selama satu musim tanam (Gambar 1a). Penanaman padi SRI varietas Ciherang dimulai pada 2 Juli 2014, sedangkan panen dilakukan pada 23 Oktober 2014.

Penanaman dilakukan di pot dimana masing-masing pot terhubung dengan tabung mariot (Gambar 1b). Tanah yang digunakan di pot penelitian adalah tanah bertekstur lempung berdebu dengan karakteristik yang tercantum pada Tabel 1.

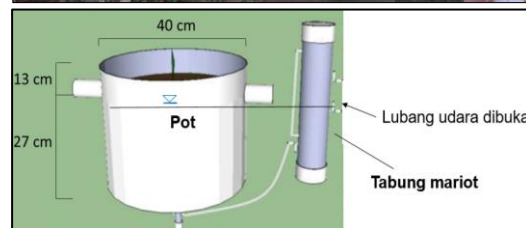
Keseluruhan pot yang digunakan sebanyak 12 pot dengan 6 perlakuan muka air yang berbeda yang dikendalikan secara otomatis dengan tabung mariot. Menurut Thorel, Favraud, & Garnier

(2002), tabung mariot merupakan alat yang dapat digunakan untuk menjaga tinggi muka air agar tetap konstan secara sederhana. Air mengalir karena adanya perbedaan tinggi tekan antara muka air di dalam tabung mariot dan di titik keluaran air tabung. Tabung ini dilengkapi lubang udara. Tekanan di ujung luar lubang udara selalu sama dengan tekanan atmosfer, walaupun muka air di dalam tabung berubah karena pengaliran ke pot. Tinggi muka air di pot akan sejajar dengan tinggi bagian dalam tabung udara.

Muka air yang diterapkan meliputi -12, -7, -5, -3, 0, dan +2 cm dari permukaan tanah. Pengaturan muka air hanya dilakukan pada 0-40 dan 47-90 hari setelah tanam sesuai dengan metode SRI (Hasanah *et al.*, 2015), sedangkan pada hari lainnya dilakukan pengeringan (irigasi dimatikan). Pada pot dilengkapi dengan dua buah lubang *run-off* di bagian atas guna menghindari adanya penggenangan pada saat hujan.



(a)



(b)

**Gambar 1** Lokasi Penelitian (a);

Kegiatan Penanaman Padi dan Pengaturan Muka Air dengan Tabung Mariot (b)

Pengukuran parameter temperatur tanah ( $T_{soil}$ ) dan kelembaban tanah ( $\theta$ ) dilakukan setiap 30 menit (5-TE Decagon *devices*) di salah satu pot di setiap perlakuan. Parameter tersebut diukur untuk mengetahui fluktuasi parameter tersebut akibat adanya pengaturan air.

**Tabel 1** Karakteristik Fisik Tanah Penelitian

Parameter	Unit	Besaran
Pasir	%	27
Debu	%	62
Liat	%	11
Bulk density	g/cc	0,55
Particle density	g/cc	2,05
Pori drainase cepat	%Volume	45,5
Pori drainase lambat	%Volume	6,4
Ruang pori total	%Volume	73
Kadar air	%Volume	31,4
Air tersedia	%Volume	7,8
Perkolasi	cm/jam	5,55
Permeabilitas	cm/jam	62,14
Kadar air		
pF 1	%Volume	71,0
pF 2	%Volume	27,5
pF 2.54	%Volume	21,1
pF 4.2	%Volume	13,3

Sumber: hasil analisis

### 3.2. Pengamatan Jumlah Anakan Padi pada Tiap Perlakuan Muka Air

Data jumlah anakan per rumpun tanaman padi merupakan data utama yang dikumpulkan terkait penentuan laju pembentukan anakan padi. Jumlah anakan padi pada setiap pot di setiap perlakuan muka air didapatkan dengan cara pengamatan secara langsung terhadap jumlah anakan tanaman padi yang tumbuh dari batang padi utama. Pengamatan dilakukan secara rutin setiap 3 hari sekali. Data jumlah anakan padi per perlakuan muka air yang digunakan untuk tahap analisis berikutnya merupakan jumlah rata-rata tanaman padi dari dua pot pengamatan.

Analisis konsistensi data kemudian dilakukan pada data laju pembentukan anakan padi yang terjadi pada 6 perlakuan muka air tersebut dengan metode Barlett. Untuk mengetahui homogenitas dari data pengukuran yang dilakukan hanya selama satu musim tanam dengan metode tersebut, data tiap perlakuan dibagi ke dalam 3 kelompok. Homogenitas data ini kemudian digunakan sebagai penentu kelayakan data untuk digunakan analisis lanjutan.

$N(t)$  adalah ukuran tanaman (dalam hal ini jumlah anakan) yang bergantung pada usia tanaman padi ( $t$ ). Persamaan matematika  $N(t)$  dicari pada setiap data perlakuan dengan Table Curve 2D v5.01. Laju pembentukan anakan padi ( $N'(t)$ ) merupakan turunan dari persamaan  $N(t)$  tersebut.

### 3.3. Penentuan Perlakuan Muka Air Terbaik Untuk Pembentukan Anakan Padi SRI

Penentuan muka air optimum juga dilakukan secara empirik dengan melihat puncak dari trend pembentukan anakan padi. Kurva pembentukan

anakan padi pada berbagai muka air di berbagai waktu dibuat dengan mengplotkan nilai *set-point* muka air sebagai sumbu  $x$  dan  $N$  pada sumbu  $y$ . Nilai  $N$  meningkat sepanjang  $t$ , dan nilai pada  $t$  yang berbeda terlihat pada *series* yang berbeda.

Perbandingan hasil analisis jumlah kebutuhan dan konsumsi air, serta produktivitas air dan lahan juga dilakukan pada seluruh perlakuan. Keseluruhan hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan perlakuan muka air terbaik pada penerapan budidaya SRI dengan mempertimbangkan sumberdaya air yang digunakan dan produktivitasnya.

Jumlah kebutuhan air (TWU) terlihat dari volume air yang masuk ke pot perlakuan, baik dari irigasi tabung mariat ( $Q$ ) dan curah hujan ( $P$ ). Nilai  $Q$  (mm) dapat diketahui dengan cara mengukur perubahan ketinggian air di tabung mariat dengan perhitungan berikut (Hasanah *et al.*, 2015):

$$TWU = P + Q \dots\dots\dots(1)$$

$$Q = \frac{\Delta h_{airmariat} A_{sm}}{A_{sp}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

$\Delta h_{airmariat}$  : Perubahan tinggi muka air mariat, mm

$A_{sm}$  : Luas permukaan tabung mariat, m<sup>2</sup>

$A_{sp}$  : Luas pot, m<sup>2</sup>

Jumlah konsumsi air oleh tanaman diketahui dari nilai evapotranspirasi aktual ( $ET_c$ ) yang terjadi dengan mengalikan nilai koefisien tanaman ( $K_c$ ) dengan evapotranspirasi potensial ( $ET_o$ ). Nilai  $K_c$  berbeda pada setiap usia tanaman padi SRI dan penerapan muka air. Nilai  $K_c$  yang digunakan pada studi ini merujuk pada nilai  $K_c$  temuan Hasanah *et al.* (2015). Untuk nilai  $ET_o$  acuan dihitung berdasarkan data temperatur udara yang terukur secara kontinyu setiap jam oleh sensor suhu dan kelembaban udara (EHT Decagon *device*) di lokasi penelitian. Perhitungan tersebut mengikuti model Hargreaves berikut (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998):

$$ET_o = \frac{938}{10^6} R_a (T_{maks} - T_{min})^{0,5} (T_{ave} + 17,8) \dots\dots(3)$$

dimana:

$R_a$  : Radiasi ekstraterrestrial, MJ m<sup>-2</sup> hari<sup>-1</sup>

$T_{maks}$  : Suhu harian maksimum, °C

$T_{min}$  : Suhu harian minimum, °C

$T_{ave}$  : Suhu harian rata-rata, °C

Dalam hal ini, nilai  $R_a$  didapatkan dari persamaan-persamaan berikut (Allen *et al.*, 2006):

$$R_a = 37,6d_r(\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s) \dots(4)$$

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(0,0172J) \dots\dots\dots(5)$$

$$\omega_s = \arccos(-\tan \varphi \tan \delta) \dots\dots\dots(6)$$

$$\varphi = \frac{\pi L}{180} \dots\dots\dots(7)$$

$$\delta = 0,409 \sin(0,0172J - 1,39) \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

- J : Urutan hari sesuai dengan kalender Julian
- L : Posisi lintang (Lintang Utara diberi tanda positif dan Lintang Selatan diberi tanda negatif)

Produktivitas air (WP) dalam gram/mm dapat dihitung menggunakan (Nay-Htoon *et al.*, 2013):

$$WP = \frac{Y_a}{TWU} \dots\dots\dots (9)$$

dimana  $Y_a$  adalah hasil panen (gram). Hasil panen pada studi tidak diukur secara langsung, sehingga nilai  $Y_a$  diduga dengan persamaan:

$$Y_a = N_p \times b_m \times m_{1000} \dots\dots\dots(10)$$

dimana:

- $N_p$  : jumlah anakan produktif/anakan bermalai (malai)
- $b_m$  : jumlah butir gabah isi per malai (butir/malai)
- $m_{1000}$ : masa 1000 butir gabah isi (gram/1000 butir)

Nilai  $N_p$  didapat dari hasil perhitungan pada akhir musim tanam. Nilai  $b_m$  dan  $m_{1000}$  adalah 105,65 butir/malai dan 23,18 gram/1000 butir, merupakan data sekunder dari penelitian penanaman padi SRI dengan varietas sama (Wangiyana, Laiwan, & Sanisah, 2009). Berdasarkan persamaan tersebut pula dapat diketahui nilai potensi produktivitas lahan yang terjadi dengan mengalikan nilai  $Y_a$  dengan jumlah tanaman padi dalam 1 Ha lahan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Kondisi Lingkungan

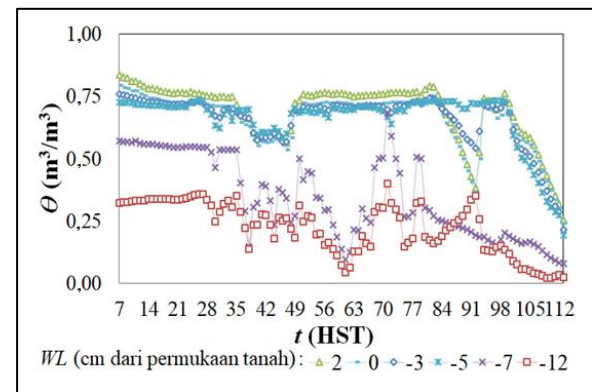
Berdasarkan Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson (Pratiwi, Santoso, & Turjaman, 2010), lokasi ini termasuk tipe curah hujan A (sangat basah) dengan rata-rata curah hujan tahunan dan bulanan masing-masing 4046 mm dan 329,7 mm. Secara umum, musim hujan terjadi dari bulan September sampai Februari. Pada saat penelitian berlangsung, akumulasi curah hujan mencapai 795 mm sepanjang musim tanam. Sementara, nilai evapotranspirasi aktual yang terjadi beragam

pada berbagai perlakuan muka air beragam dan berkisar 606,4-690,5 mm karena nilai koefisien tanaman yang juga beragam (Hasanah *et al.*, 2015).

Pada penelitian ini, neraca air klimatologis yang terjadi bernilai positif karena nilai evapotranspirasi ini masih lebih kecil daripada akumulasi curah hujan, namun irigasi tetap dibutuhkan. Irigasi dijalankan untuk menjaga muka air agar sesuai dengan *set-point* perlakuan. Hal ini dikarenakan curah hujan tidak merata sepanjang hari tanam dan terkadang terjadi hujan lebat (>60 mm), sehingga kelebihan air mengalir sebagai *run-off* dan drainase.

Muka air yang dapat dikendalikan dengan baik membuat kondisi fisik tanah menunjang pertumbuhan optimal tanaman. Nilai temperatur tanah ( $T_{soil}$ ) pada penelitian secara umum telah memenuhi kebutuhan pertumbuhan padi secara optimal, yakni berada di dalam rentang 20 °C dan 40 °C (Abdullahi, Mohammad Soom, Ahmad, & Mohamed Shariff, 2013), oleh karena itu, pertumbuhan tanaman dapat berlangsung dengan baik tanpa mengalami cekaman temperatur.

Nilai kelembaban tanah ( $\theta$ ) cukup fluktuatif seiring dengan pemberlakuan irigasi berselang dan berbeda pada perlakuan muka air yang berbeda (Gambar 2). Secara umum,  $\theta$  akan turun pada saat irigasi dimatikan dan nilai  $\theta$  lebih rendah pada perlakuan muka air yang lebih rendah. Perbedaan ini memberikan pengaruh yang berbeda juga pada pertumbuhan tanaman, dalam hal ini jumlah anakan padi yang terbentuk.



**Gambar 2** Kelembaban Tanah Sepanjang Musim Tanam pada Berbagai Perlakuan Muka Air

##### 4.2. Pembentukan Anakan Padi SRI

Metode budidaya SRI dengan sistem irigasi berselang diduga mampu meningkatkan ketersediaan oksigen di zona perakaran. Hal ini terkait dengan peningkatan pertukaran udara di tanah dan atmosfer akibat pergantian siklus basah kering (Pascual & Wang, 2017). Perakaran

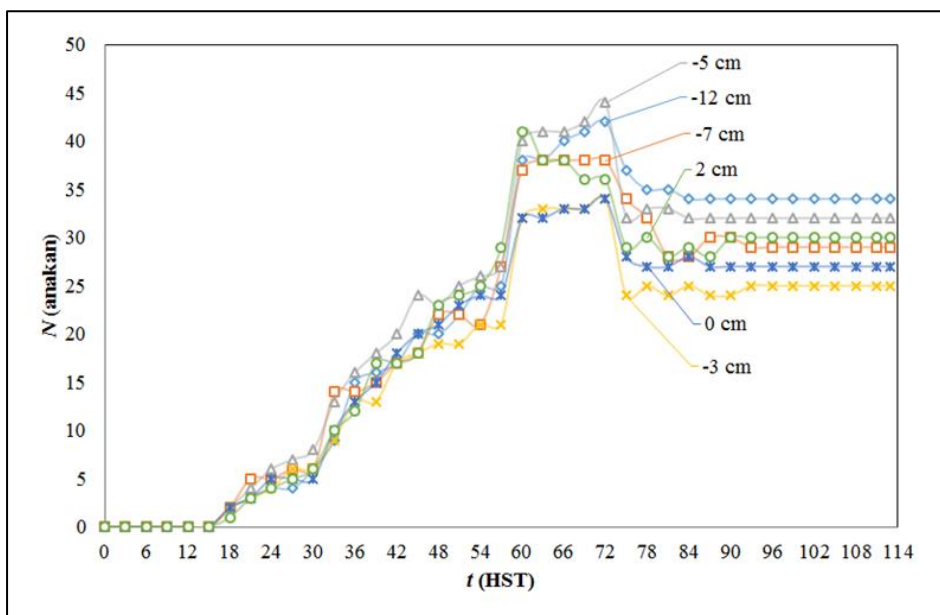
tanaman mampu berkembang dengan baik, lebih besar dan kuat, pada kondisi ini (Yuliana, 2015).

Kondisi perakaran yang baik tidak hanya mempengaruhi morfologi akar, namun juga terlihat pada bagian atas tanaman dimana pada tanaman padi dapat terlihat dari jumlah anakan yang terbentuk. Hal ini dikarenakan oksigen sangat esensial pada pembelahan dan pembesaran sel pada ujung akar tanaman padi yang berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Mahulette, 2013). Jumlah anakan padi pada seluruh perlakuan muka air terlihat pada Gambar 3.

Pada tahap awal pertumbuhan, tanaman padi membentuk akar di sekitar buku (akar seminal) yang seiring berjalannya usia tanaman diganti oleh akar sekunder yang membentuk sistem perakaran serabut permanen. Tanaman juga membentuk 5 daun dimana daun terus

berkembang dan umumnya pertumbuhan daun terjadi setiap 3-4 hari (Makarim & Suhartatik, 2009). Oleh karena itu, anakan pertama padi SRI terlihat setelah 18 HST pada seluruh perlakuan muka air.

Anakan awal yang muncul disebut sebagai anakan primer. Anakan tersebut muncul dari tunas aksial pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Anakan padi yang muncul dari anakan primer disebut anakan sekunder. Anakan sekunder menghasilkan anakan tersier. Pembentukan anakan berlangsung hingga jumlah anakan maksimum tercapai. Seluruh jenis anakan padi, pada fase generatif dapat menghasilkan malai. Fase pembentukan anakan maksimal dapat tumpang tindih dengan pembentukan malai (Makarim & Suhartatik, 2009). Pada penelitian ini, jumlah anakan maksimal terjadi pada 63-72 HST di seluruh perlakuan muka air.



**Gambar 3** Anakan Padi pada Seluruh Perlakuan Muka Air Sepanjang Musim Tanam

Perlakuan -5, -7, dan -12 cm menunjukkan jumlah anakan yang lebih banyak dibanding perlakuan lain. Kondisi aerasi di tanah yang lebih baik diduga terjadi di ketiga perlakuan ini, terindikasi dari nilai kelembaban tanah yang selalu di bawah  $0,71 \text{ m}^3/\text{m}^3$ . Sementara, kondisi jenuh tercipta pada perlakuan 0 dan +2 cm dari permukaan tanah. Menurut Kasli & Effendi (2012), perkembangan anakan tanaman padi membutuhkan air yang cukup dan kondisi tanah dalam keadaan aerob dan perkembangan akar yang baik. Pada kondisi jenuh, aerenkim terbentuk pada korteks akar yang dapat menghambat pengambilan nutrisi dari tanah oleh

akar. Pembentukan aerenkim tersebut merupakan mekanisme adaptasi terhadap lingkungan anaerobik dan berfungsi untuk memasok oksigen dari atmosfer.

Setelah anakan maksimal tercapai, sebagian anakan akan mati dan tidak menghasilkan malai. Kematian anakan terlihat dari penurunan jumlah anakan padi yang terjadi pada seluruh perlakuan muka air. Hal ini dikarenakan tanaman cenderung mengalirkan nutrisi kepada anakan yang berpotensi untuk menghasilkan malai, sehingga anakan yang tidak mendapat nutrisi tersebut akan mati (Pratomo, Suwardi, & Darmawan, 2009). Dari jumlah anakan yang tersisa pada akhir

musim tanam, tidak seluruhnya produktif. Semakin banyak jumlah anakan total yang dihasilkan berpotensi menghasilkan jumlah anakan produktif.

#### 4.3. Laju Pembentukan Anakan Padi SRI

Laju pembentukan anakan padi merupakan parameter kinetika pertumbuhan tanaman. Persamaan perhitungan laju pada setiap perlakuan terlihat pada (Tabel 2).

Tingkat konsistensi dari laju pembentukan anakan tersebut diuji pada penelitian ini. Hasil analisis konsistensi data (Tabel 3) menunjukkan keseluruhan data dari 6 perlakuan muka air adalah homogen, sehingga dapat digunakan untuk analisis lanjutan. Uji homogenitas juga dilakukan pada penelitian sejenis (Ridwansyah, Basoeki, Timotiwu, & Agustiansyah, 2010; Salamiah & Wahdah, 2015).

**Tabel 2** Persamaan Perhitungan Laju Pembentukan Anakan Padi

Persamaan	muka air (cm dari permukaan tanah)					
	-12	-7	-5	-3	0	2
$R^2$ dari $N(t)=a+bt+ct^2+dt^3+et^4+ft^5+gt^6+ht^7+it^8+jt^9$	98,39%	97,75%	97,41%	96,86%	98,66%	97,99%
$N'(t)=b+2ct+3dt^2+4et^3+5ft^4+6gt^5+7ht^6+8it^7+9jt^8 \rightarrow 0 < t < 113$						
a ( $\times 10^{-1}$ )	-7,562	-7,179	-7,783	-6,097	-2,886	-3,995
b ( $\times 10^{-0}$ )	1,648	1,800	1,867	1,468	0,687	1,124
c ( $\times 10^{-1}$ )	-4,203	-4,892	-4,952	-3,926	-1,849	-3,176
d ( $\times 10^{-2}$ )	3,967	4,837	4,785	3,841	1,804	3,237
e ( $\times 10^{-3}$ )	-1,819	-2,290	-2,222	-1,811	-0,835	-1,590
f ( $\times 10^{-5}$ )	4,684	6,020	5,765	4,772	2,199	4,375
g ( $\times 10^{-7}$ )	-7,060	-9,217	-8,755	-7,348	-3,418	-7,016
h ( $\times 10^{-9}$ )	6,165	8,157	7,708	6,551	3,084	6,481
i ( $\times 10^{-11}$ )	-2,887	-3,865	-3,640	-3,128	-1,490	-3,190
j ( $\times 10^{-14}$ )	5,604	7,591	7,131	6,189	2,977	6,479

Sumber: hasil analisis

**Tabel 3** Laju Pembentukan Anakan Padi

Nilai	muka air (cm dari permukaan tanah)					
	-12	-7	-5	-3	0	2
Laju pembentukan anakan sepanjang musim tanam						
Rata-rata	0,30	0,27	0,29	0,23	0,24	0,30
Minimum	-0,48	-0,65	-0,63	-0,56	-0,37	-0,63
Maksimum	1,13	1,10	1,09	0,90	0,84	1,14
Laju pembentukan anakan pada fase vegetatif						
Rata-rata	0,52	0,51	0,56	0,45	0,48	0,54
Maksimum	-0,41	-0,48	-0,49	-0,38	-0,18	-0,31
Minimum	1,13	1,10	1,09	0,90	0,84	1,14
Laju pembentukan anakan pada fase generative						
Rata-rata	0,02	-0,06	-0,06	-0,06	-0,04	-0,07
Maksimum	-0,48	-0,65	-0,63	-0,56	-0,37	-0,63
Minimum	0,92	0,84	0,80	0,60	0,47	0,62
Pembentukan malai (anakan produktif) pada fase generative						
Jumlah	30	27	31	25	26	24
% dari anakan total akhir	88	93	97	100	96	80
Uji Barlett						
$\chi^2$ hitung	-1,251	-2,184	-2,000	-2,274	-0,872	-2,194
$\chi^2$ tabel ( $\alpha 0,05$ )	21,026	22,026	23,026	24,026	25,026	26,026
hasil uji homogenitas	Homogen	homogen	homogen	Homogen	homogen	homogen

Sumber: hasil analisis

Pada penelitian ini, rata-rata laju pembentukan anakan padi berada pada rentang 0,23-0,30 anakan/hari. Laju pembentukan anakan pada fase vegetatif adalah 0,45 hingga 0,56 anakan/hari. Laju anakan tertinggi pada fase ini ada pada perlakuan muka air -5 cm dari permukaan tanah. Pada fase generatif, laju pembentukan anakan hampir mendekati 0 pada seluruh perlakuan

dengan laju tertinggi 0,02 anakan/hari pada muka air -12 cm dari permukaan tanah.

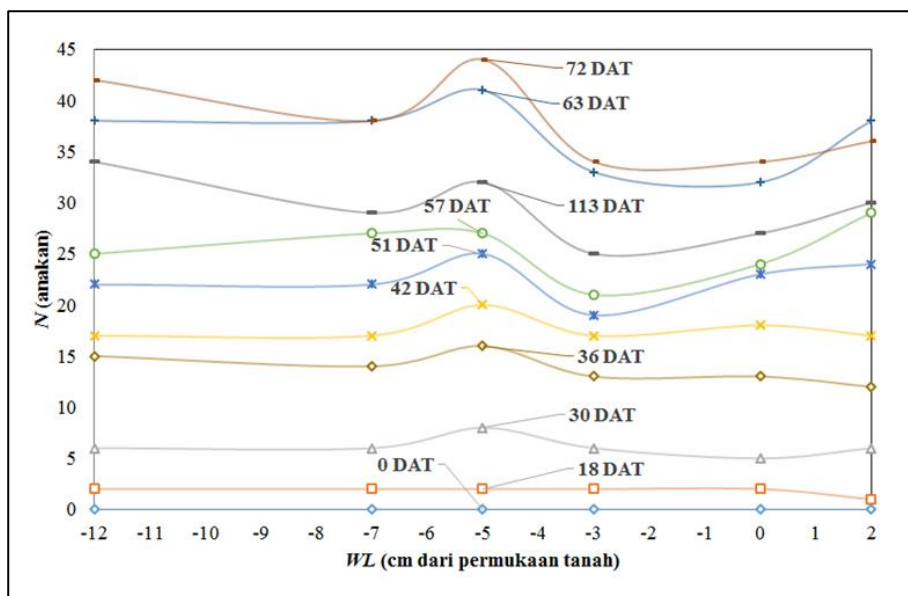
Dari keseluruhan anakan yang terbentuk selama satu musim tanam, anakan produktif merupakan penentu hasil panen padi. Perlakuan -5 cm pada penelitian menunjukkan anakan produktif tertinggi (Tabel 3), meskipun laju pembentukan anakan

pada saat fase generatif bukan merupakan laju tertinggi karena fenomena kematian anakan yang tinggi terjadi pada perlakuan ini.

Fenomena kematian anakan yang tinggi pada perlakuan -5 cm terkait dengan jumlah anakan total terbanyak terjadi pada perlakuan ini. Kepadatan populasi yang tinggi membatasi ruang tumbuh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Umumnya, kematian anakan terjadi ketika anakan tidak mampu berkompetisi pada ruang tumbuh yang sempit (Sumardi, 2010).

#### 4.4. Muka Air Optimum Bagi Pembentukan Anakan Padi SRI

Pembentukan anakan padi pada berbagai perlakuan muka air (WL) di berbagai waktu terlihat pada Gambar 4. Secara umum, perlakuan muka air -5 cm dari permukaan tanah terlihat mampu menghasilkan jumlah anakan terbanyak di sepanjang musim tanam. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan yang terjadi sangat konsisten dan optimum untuk pembentukan anakan padi SRI.



Gambar 4 Trend Jumlah Anakan Padi pada Berbagai Perlakuan Muka Air

Jumlah anakan total padi yang banyak juga terlihat pada perlakuan muka air lain (-12 dan -7 cm). Hal ini menunjukkan tanaman padi pada seluruh perlakuan ini telah lolos dari kekeringan dan mampu mengatur plastisitas pertumbuhan atau menyelesaikan daur hidupnya sebelum mengalami kekeringan (Sujinah & Jamil, 2016). Namun, pembentukan anakan lebih awal terjadi pada perlakuan -5 cm dari permukaan tanah. Hal ini sangat terkait dengan kapasitas fotosintesis dari anakan padi yang terbentuk. Sutoro, Suhartini, Setyowati, & Trijatmiko (2015) menyatakan bahwa anakan yang muncul lebih awal memiliki kapasitas yang lebih tinggi sehingga tingkat produktivitasnya dalam menghasilkan malai juga lebih tinggi.

Sumberdaya air dan nilai produktivitas perlu untuk dipertimbangkan dalam menentukan perlakuan muka air paling optimum. Hal ini penting mengingat budidaya padi SRI selalu diperkenalkan sebagai metode budidaya hemat air dengan hasil panen yang tinggi. Keseluruhan hasil analisis tersebut terlihat pada Tabel 4.

Konsumsi air di berbagai perlakuan adalah 30-47% dari yang dibutuhkan. Secara umum, nilai konsumsi dan kebutuhan air sebanding dengan tingginya muka air yang diterapkan saat budidaya padi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi muka air, maka semakin banyak air yang tersedia di lahan yang memungkinkan untuk ter-evapotranspirasi. Ketika nilai evapotranspirasi yang menandakan jumlah konsumsi air meningkat, maka suplai air untuk memenuhi kebutuhan di lahan juga semakin tinggi. Detail mengenai perbedaan nilai ini dijelaskan pada Hasanah *et al.* (2015).

Dalam penelitian ini, mengatur muka air di lahan pada -5 cm dari permukaan tanah atau di bawahnya mampu meningkatkan produktivitas air maupun lahan. Produktivitas air tertinggi ada pada perlakuan muka air -12 cm karena jumlah konsumsi air terendah ada pada perlakuan tersebut, disusul dengan perlakuan -5 cm. Namun, produktivitas lahan tertinggi tetap terjadi pada perlakuan -5 cm dari permukaan tanah.

**Tabel 4** Konsumsi, Kebutuhan, serta Produktivitas Air dan Lahan Penanaman Padi SRI pada Berbagai Perlakuan Muka Air

Variabel	Perlakuan Muka Air (cm dari permukaan tanah)					
	-12	-7	-5	-3	0	2
P (mm)	795	795	795	795	795	795
Q (mm)	529	724	740	825	1,373	1,111
Konsumsi air (mm)	1,324	1,519	1,535	1,620	2,168	1,906
Kebutuhan air (mm)	620	688	606	659	684	691
h (cm)	101	93	98	98	98	101
N <sub>p</sub> (anakan)	30	27	31	25	26	24
Y <sub>a</sub> (gram)	73,47	66,12	75,92	61,22	63,67	58,78
Produktivitas air (gram/mm)	0,055	0,044	0,049	0,038	0,029	0,031
Produktivitas lahan (ton/Ha)	8,163	7,347	8,435	6,803	7,075	6,531

Sumber: hasil analisis

Hasil penelitian ini membuktikan perlakuan muka air -5 cm dari permukaan tanah adalah muka air optimum bagi pembentukan anakan padi. Perlakuan muka air ini berimplikasi pada tingkat produktivitas lahan dan air yang juga tinggi. Hasil penelitian ini mendukung muka air optimum -5 cm dari permukaan tanah di penerapan padi SRI di lahan yang ditemukan oleh Setiawan, Imansyah, Arif, Watanabe, Mizoguchi, & Kato (2013).

Di sawah SRI, kondisi aerob yang diduga mampu mendukung pertumbuhan tanaman juga terjadi pada perlakuan muka air di bawah muka air optimum tersebut. Namun, peningkatan kondisi aerobik di perlakuan lainnya menyebabkan hasil dari fotosintesis lebih dimanfaatkan untuk pertumbuhan akar daripada biomasa lainnya. Oleh karena itu, biomassa tanaman semakin kecil dan potensi hasil menurun.

## V. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil adalah (1) Anakan padi SRI pada berbagai perlakuan muka air terbentuk dengan laju yang beragam, yakni 0,23-0,30 anakan/hari. Laju pembentukan anakan pada fase vegetatif adalah 0,45-0,56 anakan/hari, dan laju pembentukan mendekati 0 pada fase generatif; dan (2) Perlakuan muka air optimum untuk pembentukan anakan padi SRI adalah -5 cm dari permukaan tanah.

Dari penelitian ini terlihat bahwa praktek penjagaan muka air -5 cm dari permukaan tanah pada lahan penanaman padi SRI merupakan muka air optimum yang mampu menghasilkan produktivitas lahan dan air yang tinggi. Petani dapat menerapkan muka air ini pada sawah dalam praktek penanaman padi SRI.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Iptek dan Dikti - Kementerian Riset, Teknologi,

dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai riset ini melalui skema Penelitian Bagi Pendidikan Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A.S., Mohammad Soom, M.A., Ahmad, D., & Mohamed Shariff, A.R. (2013). Characterization of rice ('*Oryza sativa*') evapotranspiration using micro paddy lysimeter and class "a" in tropical environments. *Australian Journal of Crop Science*, 7(5), 650-658.
- Africare, Oxfam America, & WWF-ICRISAT Project. (2010). *More rice for people, more water for the planet*. Hyderabad, India: WWF-ICRISAT Project.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Arif, C., Setiawan, B.I., & Mizoguchi, M. (2014). Penentuan kelembaban tanah optimum untuk budidaya padi sawah SRI (System of Rice Intensification) menggunakan algoritma genetika. *Jurnal Irigasi*, 9(1), 29-40.
- Hasanah, N.A.I., Setiawan, B.I., Arif, C., & Widodo, S. (2015). Evaluasi koefisien tanaman padi pada berbagai perlakuan muka air. *Jurnal Irigasi*, 10(2), 57-68.
- Kampman, B., Brouwer, F., & Schepers, B. (2008). *Agricultural Land Availability and Demand in 2020: A Global Analysis of Drivers and Demand for Feedstock, and Agricultural Land Availability: Report*. Delft, Netherland : CE Delft.
- Kasli, A.R., & Effendi, A. (2012). Effect of various high puddles on the growth of Aerenchyma and the growth of rice plants (*Oryza sativa* L) in pot. *Pakistan Journal of Nutrition*. 11(5): 461-466.
- Mahulette, A.S. (2013). Pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada berbagai interval waktu pemberian air dan takaran pupuk organik. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 9(1): 39-42.

- Makarim, A.K., & Suhartatik, E. (2009). *Morfologi dan fisiologi tanaman padi - Padi Buku 1*. Sukabumi: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Nay-Htoon, B., Phong, N.T., Schlüter, S., & Janaiah, A. (2013). A water productive and economically profitable paddy rice production method to adapt water scarcity in the Vu Gia-Thu Bon river basin, Vietnam. *Journal of Natural Resources and Development*, 3(1), 58-65.
- Pascual, V.J., & Wang, Y.M. (2017). Impact of water management on rice varieties, yield, and water productivity under the System of Rice Intensification in Southern Taiwan. *Water*, 9(1), 1-15.
- Pratiwi, E. S., & Turjaman, M. (2010). Karakteristik habitat pohon penghasil gaharu di beberapa hutan tanaman di Jawa Barat. *Info Hutan* 7(2): 129-139.
- Pratomo, K.R., Suwardi, & Darmawan. (2009). Pengaruh pupuk slow release Urea-Zeolit-Asam Humat (UZA) terhadap produktivitas tanaman padi var. Ciherang. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(2): 83-88
- Puslitbangtanak. (2004). *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolannya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Ridwansyah, B., Basoeki, T.R., & Timotiwu, P.B. (2010). Pengaruh dosis pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium terhadap produksi benih padi varietas Mayang pada tiga lokasi di Lampung Utara. *Jurnal Agrotropika*, 15(2): 68-72.
- Salamiah, & Wahdah, R. (2015). Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dalam pengendalian penyakit tungro pada padi lokal Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(6): 1448-1456.
- Sato, S., & Uphoff, N. (2007). A review of on-farm evaluations of system of rice intensification methods in Eastern Indonesia. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2(054): 1-12.
- Setiawan, B.I., Irmansyah, A., Arif, C., Watanabe, T., Mizoguchi, M., & Kato, H. (2013). Effects of groundwater level on CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions under SRI paddy management in Indonesia. *Taiwan Water Conservancy*, 61(4): 135-146.
- Sirait, S., Saptomo, S.K., & Purwanto, M.Y.J. (2015). Rancang bangun sistem otomatisasi irigasi pipa lahan sawah berbasis tenaga surya. *Jurnal Irigasi*, 10(1), 21-32.
- Smeets, E.M., Faaij, A.P.C., Lewandowski, I.M., & Turkenburg, W.C. (2007). A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33(1), 56-106.
- Sofiyuddin, H.A., Martief, L.M., Setiawan, B.I., & Arif, C. (2010). Evaluation of crop coefficients from water consumption in paddy fields. Dalam *Proceeding of the 6th Asian Regional Conference of International Commission on Irrigation and Drainage, Yogyakarta, Indonesia*.
- Stoop, W.A., Uphoff, N., & Kassam, A. (2002). A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. *Agricultural Systems*, 71(3): 249-274.
- Sujinah, S., & Jamil, A. (2016). Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1): 1-7.
- Sumardi. (2010). Produktivitas padi sawah pada kepadatan populasi berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 12(1), 49-54.
- Susila, E., Elita, N., & Yefriwati. 2016. Uji isolat FMA indigenous terhadap pertumbuhan dan infeksi akar tanaman padi metode SRI, in: *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 2(1), 71-75.
- Sutoro, Suhartini, T., Setyowati, M., & Trijatmiko, K.R. (2016). Keragaman malai anakan dan hubungannya dengan hasil padi sawah (Oryza sativa). *Buletin Plasma Nutfah*, 21(1), 9-16.
- Thorel, L., Favraud, C., & Garnier, J. (2002). Mariotte bottle in a centrifuge: a device for constant water table level. *International Journal of Physical Modelling in Geotechnics*, 2(1), 23-26.
- Uphoff, N. (2008). The System of Rice Intensification (SRI) as a system of agricultural innovation. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 10(1), 27-40.
- Uphoff, N., Kassam, A., & Harwood, R. (2011). SRI as a methodology for raising crop and water productivity: productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. *Paddy and Water Environment*, 9(1), 3-11.
- Wangiyana, W., Laiwan, Z., dan Sanisah. (2009). Pertumbuhan dan hasil tanaman padi varietas ciherang dengan teknik budidaya "SRI (System of Rice Intensification)" pada berbagai umur dan jumlah bibit per lubang tanam. *Jurnal Crop Agro*, 2(1), 70-78.
- Yuliana, E. D. (2015). Renewable irrigation system in the land rice field of subak in Bali. *Academic Research International*, 6(2), 38-43.