

**PENGARUH PEMBERIAN BORON TERHADAP PERTUMBUHAN TIGA
VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)**

(Skripsi)

Oleh

WINDI EKA PRATIWI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGARUH PEMBERIAN BORON TERHADAP PERTUMBUHAN TIGA VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)

Oleh

Windi Eka Pratiwi

Peningkatan produksi padi dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi pemupukan. Pemupukan boron dengan cara disemprotkan pada tanaman padi melalui daun pada konsentrasi yang tepat dan diharapkan dapat langsung diserap oleh tanaman padi untuk menunjang proses fisiologi. Dengan pemberian boron pada tanaman diharapkan dapat memperbaiki fase pertumbuhan tanaman, sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan produksi tanaman padi.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) membandingkan pertumbuhan dan produksi benih padi antara yang tidak dan diberi boron; (2) menentukan bentuk tanggapan tanaman padi dalam pertumbuhan dan produksi benih terhadap peningkatan konsentrasi boron; (3) mengetahui respons tanaman padi pada pertumbuhan dan produksi benih terhadap pemberian boron yang berbeda.

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca Lapangan Terpadu dan Laboratorium Benih dan Pemuliaan tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Maret 2014 sampai Agustus 2014. Rancangan perlakuan disusun secara faktorial (3x6) menggunakan rancangan kelompok teracak sempurna dengan tiga kali

ulangan dan setiap ulangan terdapat duplo. Faktor pertama terdiri dari tiga varietas, sementara faktor kedua terdiri dari 6 taraf konsentrasi perlakuan. Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan Uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Perbandingan Ortogonal pada taraf α 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) terdapat perbedaan pertumbuhan tanaman pada masing-masing varietas. Varietas Mekongga memperlihatkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Ciherang dan Bestari, hal ini terlihat pada peubah tinggi tanaman sebesar 2,61% dan bobot 1.000 butir sebesar 0,3%; (2) Penambahan boron yang diaplikasikan melalui daun mampu meningkatkan pertumbuhan padi dibandingkan dengan tanpa pemberian boron. Hal ini terlihat pada seluruh peubah yaitu tinggi tanaman sebesar 1,81%, anakan produktif sebesar 41,3%, tingkat kehijauan daun sebesar 2,60%, sudut anakan sebesar 53,06%, bobot kering berangkasan sebesar 43,99% dan bobot 1.000 butir sebesar 2,7%.

Kata Kunci : Boron, Varietas, Padi.

**PENGARUH PEMBERIAN BORON TERHADAP PERTUMBUHAN TIGA
VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)**

Oleh

WINDI EKA PRATIWI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

pada

Program Studi Agroteknologi



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN BORON
TERHADAP PERTUMBUHAN TIGA
VARIETAS TANAMAN PADI
(*Oryza sativa* L.)**

Nama Mahasiswa : **Windi Eka Pratiwi**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1014121191

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S.
NIP 196101011985031003



Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 197208042005011002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi
/n Sekretaris jurusan

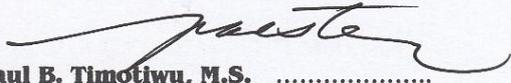


Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

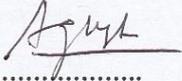
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua


: **Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S.**

Sekretaris

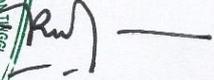

: **Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Ermawati, M.S.**

2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 Januari 2016**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "PENGARUH PEMBERIAN BORON TERHADAP PERTUMBUHAN TIGA VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila skripsi ini di kemudian hari terbukti sebagai salinan atau hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2016



Windi Eka Pratiwi
NPM 1014121191

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 15 September 1992. Penulis merupakan anak pertama dari kedua pasangan Bapak Suwaji dan Ibu Nana Alfadila. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Al-Qur'an Muawwanah Tanjung Raya Bandar Lampung pada tahun 1997, kemudian melanjutkan di TK Kesuma Tanjung Karang Barat Bandar Lampung pada tahun 1998. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Kedaton Bandar Lampung pada tahun 2004, kemudian lulus di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan ke Madrasah Aliyah Negeri 1 (MODEL) Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2010.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademis dan nonakademis.

Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Teknologi Benih (2012-2014) dan Pemuliaan Tanaman (2012-2013). Pada kegiatan nonakademis, penulis aktif sebagai anggota BEM Fakultas Pertanian sejak 2010-2011 sebagai anggota *green force* BEM-FP, periode 2011-2012 anggota bidang *Internal* BEM-FP. Anggota UKMF LS-MATA periode 2010-2011, pengurus Persatuan Mahasiswa AGT

(PERMA AGT) periode 2011-2012, dan sebagai Duta Mahasiswa Fakultas Pertanian periode 2012-2013.

Penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum di PT Dupont Pioneer Indonesia, Kabupaten Malang tahun 2013. Penulis juga mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Universitas Lampung tahun 2014 di Pekon Pemerihan, Kecamatan Bengkunt Belimbing, Kabupaten Pesisir Barat.

Bismillahirrohmanirrohim,

Alhamdulillahirrobil'alamin, dengan penuh rasa syukur dan bangga
ku persembahkan karya kecilku ini kepada:

Ibunda Nana Alfadila dan Ayahanda Suwaji,
Adikku Muhamad Reihan dan Mas Aji Agus Prastiyo
serta seluruh keluarga besarku.

Sebagai tanda bakti dan terimakasihku atas doa, semangat, dukungan
dan semua pengorbanan yang telah diberikan kepadaku selama ini
untuk menuju kesuksesan,

dan Almamaterku tercinta,
Universitas Lampung.

“Allah akan meninggikan orang-orang yang berilmu di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(Q.S. Al-Mujadalah:11).

“Intelligence is not the measurement, but intelligence support all”
(George Savile).

“Learn from the past, live for the today, and plan for tomorrow”
(Windi Eka Pratiwi).

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya untuk melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S., selaku Ketua Komisi Pembimbing yang telah memberikan pengarahan, motivasi, nasehat, waktu, dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan penelitian dan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si., selaku Sekretaris Komisi Pembimbing atas ide penelitian, saran, nasehat, dan bimbingannya yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Ermawati, M.S., selaku Penguji bukan pembimbing atas koreksi, nasehat, bimbingan, dan sarannya yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Ir. Kuswanta F. Hidayat, M.P., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Bapak Prof. Dr. Setyo Dwi Utomo, S.P.,M.Si., selaku Ketua Bidang
Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Dwi Rosalia, S.P., Aulia Dwi Safitri, S.P., Heny Susanti, S.P.,
Mutoharoh, S.P., Liza Lia Markisa, S.Pd., Melinda Putri, S.Pd., Debby
Claudia Fragus, S.P., Wayan Ana Voulina, S.P., Peni Yulianti, S.P., Desis
Kurniati, S.P., Anisa Nuraini Putri terima kasih telah membantu selama
penulis melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi.
9. Teman-teman jurusan Agroteknologi khususnya angkatan 2010 semuanya
tanpa terkecuali, terima kasih atas untuk kerja sama dalam suka maupun duka
selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Februari 2016
Penulis

Windi Eka Pratiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Morfologi dan Pertumbuhan Tanaman Padi	8
2.2 Unsur Hara Mikro Boron	10
III. BAHAN DAN METODE	13
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1 Pengolahan tanah	14
3.4.2 Penyemaian	15
3.4.3 Penanaman	15
3.4.4 Pemeliharaan	15
3.4.5 Aplikasi Boron	16
3.4.6 Pemanenan	17
3.5 Pengamatan	18

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Penelitian	20
4.2 Pembahasan	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	33
PUSTAKA ACUAN	34
LAMPIRAN	38
Tabel 3-31	40-65
Gambar 7	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman padi.	9
2. Rekapitulasi pengaruh pemberian boron terhadap pertumbuhan tanaman.	20
3. Deskripsi padi Varietas Ciherang.	40
4. Deskripsi padi Varietas Bestari.	41
5. Deskripsi padi Varietas Mekongga.	42
6. Koefisien perbandingan ortogonal.	43
7. Data tinggi tanaman padi.	43
8. Uji homogenitas ragam tinggi tanaman padi.	44
9. Analisis ragam untuk tinggi tanaman padi.	44
10. Tanggapan tinggi tanaman padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	45
11. Data jumlah anakan produktif tanaman padi.	46
12. Uji homogenitas ragam jumlah anakan produktif tanaman padi.	47
13. Analisis ragam untuk jumlah anakan produktif tanaman padi.	47
14. Tanggapan jumlah anakan produktif pada tanaman padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	48
15. Data tingkat kehijauan daun sebelum aplikasi.	49

16. Uji homogenitas ragam tingkat kehijauan daun sebelum aplikasi.	50
17. Analisis ragam untuk tingkat kehijauan daun sebelum aplikasi.	50
18. Data tingkat kehijauan daun setelah aplikasi.	51
19. Uji homogenitas ragam tingkat kehijauan daun setelah aplikasi.	52
20. Analisis ragam untuk tingkat kehijauan daun setelah aplikasi.	52
21. Tanggapan tingkat kehijauan daun setelah aplikasi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	53
22. Data sudut anakan tanaman padi.	54
23. Uji homogenitas ragam sudut anakan tanaman padi.	55
24. Analisis ragam untuk sudut anakan tanaman padi.	55
25. Tanggapan sudut anakan tanaman padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	56
26. Data bobot kering berangkasan tanaman padi.	57
27. Uji homogenitas ragam bobot kering berangkasan tanaman padi.	58
28. Analisis ragam untuk bobot kering berangkasan tanaman padi.	58
29. Tanggapan bobot kering berangkasan tanaman padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	59
30. Data bobot 1.000 butir padi.	61
31. Uji homogenitas ragam bobot 1.000 butir padi.	62
32. Analisis ragam bobot 1.000 butir padi.	62
33. Tanggapan bobot 1.000 butir tanaman padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.	63
34. Data bobot bulir bernas tanaman padi.	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Deskripsi bunga tanaman padi.	9
2. Pengaruh peningkatan konsentrasi boron terhadap tinggi tanaman	23
3. Pengaruh peningkatan konsentrasi boron terhadap jumlah anakan produktif tanaman padi.	24
4. Pengaruh peningkatan konsentrasi boron terhadap tingkat kehijauan daun.	24
5. Pengaruh peningkatan konsentrasi boron terhadap bobot kering berangkasan tanaman padi.	25
6. Pengaruh peningkatan konsentrasi boron terhadap bobot 1.000 butir padi.	26
7. Grafik pengaruh pemberian berbagai konsentrasi boron terhadap beberapa varietas padi pada peubah bobot bulir gabah bernas.	31
8. Tata letak satuan percobaan.	39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman penghasil beras yang merupakan sumber karbohidrat bagi sebagian penduduk dunia. Penduduk Indonesia, hampir 95% mengonsumsi beras sebagai bahan pangan pokok, sehingga pada setiap tahunnya permintaan akan kebutuhan beras semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Menurut data Badan Pusat Statistik (2014), konsumsi beras di Indonesia tergolong tinggi yaitu sebesar 97,4 kg/kapita/tahun pada tahun 2013.

Kebutuhan beras terus meningkat karena peningkatan jumlah konsumen tidak diimbangi dengan produksi yang cukup. Menurut BPS (2014), produksi padi Indonesia pada tahun 2014 sebesar 69,06 juta ton Gabah Kering Giling (GKG), tetapi konsumsi beras yang terlalu tinggi menyebabkan program diversifikasi pangan belum tercapai. Berdasarkan kondisi tersebut, peluang yang masih dapat dilakukan untuk peningkatan produksi adalah intensifikasi, yang salah satunya adalah melakukan usaha pertanian dengan menerapkan teknologi, termasuk didalamnya teknologi benih.

Benih memegang peranan yang sangat penting dalam budidaya pertanian, sehingga dengan digunakan benih bermutu varietas unggul dapat membantu

dalam peningkatan produktivitas tanaman padi. Benih bermutu varietas unggul yang terdapat di pasaran merupakan benih yang telah disertifikasi, yaitu benih yang pada proses produksinya diterapkan cara-cara dan persyaratan tertentu dan berada dibawah pengawasan Balai Pengawasan Sertifikasi Benih (BPSB).

Menurut UPTD BPSB Dinas Pertanian Provinsi Lampung (2010), benih inbrida (Ciherang, Bestari, dan Mekongga) adalah benih dengan kriteria cocok untuk pertanaman Daerah Lampung.

Penanaman dengan penggunaan benih bermutu varietas unggul, salah satu upaya peningkatan budidaya adalah dengan melakukan kegiatan pemupukan.

Pemupukan dilakukan untuk memberikan tambahan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi, mengingat ketersediaan unsur hara didalam tanah terbatas.

Jenis unsur hara yang dibutuhkan tanaman dikelompokkan menjadi unsur hara makro dan unsur hara mikro.

Pemberian unsur hara makro yang berimbang seperti N, P, K, Mg, Ca, dan S sangat jelas pengaruhnya pada tanaman. Menurut Roosta dan Hamidpour (2011), penambahan unsur hara makro pada tanaman dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain pemberian unsur hara makro yang berimbang, akan lebih optimal pertumbuhan tanaman apabila diimbangi dengan pemberian unsur hara mikro, terutama pada fase tertentu di pertumbuhan tanaman padi. Menurut Hanafiah (2007), pada tanah dengan pH rendah dapat menyebabkan kekurangan unsur hara mikro, sehingga perlu penambahan unsur hara mikro dengan pemberian dosis yang tepat. Ketersediaan boron dalam tanah adalah sebesar 0,5 sampai dengan 2,0 ppm tetapi hanya 0,5 hingga 2,5% yang

tersedia untuk tanaman (Agustina, 2011). Boron diserap tanaman dalam bentuk H_3BO_3 (Matoh, 1997).

Malakouti (2008), menjelaskan bahwa dengan penambahan unsur hara mikro pada tanaman mampu meningkatkan distribusi bahan organik didalam tanaman sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Menurut Steinberg *et al.* (1954), dengan kurangnya pemberian unsur hara mikro pada tanaman, secara umum dapat menyebabkan stress pada tanaman termasuk hasil panen dengan kualitas rendah, morfologi tanaman tidak sempurna (seperti pembuluh xylem lebih kerdil dari ukurannya), dan mudah terserang hama dan penyakit. Selain itu, menurut Al-Amery *et al.* (2011), pemberian boron dapat berperan dalam pembentukan aktivitas sel terutama dalam titik tumbuh tanaman, juga dalam pembentukan serbuk sari, bunga dan akar. Sementara Bellaloui (2011) menjelaskan dengan pemberian boron dapat membantu transportasi karbohidrat ke seluruh bagian tanaman dan Ali *et al.* (2015) menerangkan bahwa dengan pemberian boron pada tanaman dapat membantu dalam pembentukan protein, seperti halnya nutrisi mikro lainnya, pupuk boron dapat diberikan melalui penyemprotan daun, fertigasi, perlakuan benih dan pemupukan tanah. Pemberian konsentrasi boron yang tepat diharapkan dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman padi sehingga diperoleh hasil yang tinggi, dan pemberian boron melalui daun dapat langsung diserap oleh tanaman padi guna menunjang proses fisiologis, terutama fotosintesis. Energi yang terbentuk dari proses fotosintesis dapat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman padi sehingga dihasilkan hasil yang optimum. Varietas Ciherang, Bestari, dan Mekongga merupakan varietas unggul

nasional yang mempunyai potensi hasil yang tinggi (Tabel 3, 4, dan 5., Lampiran).

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat disusun perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan peningkatan pertumbuhan dan produksi tiga varietas tanaman padi yaitu Ciherang, Bestari, dan Mekongga?
2. Bagaimana bentuk tanggapan tanaman padi dalam pertumbuhan dan produksi benih terhadap peningkatan konsentrasi boron?
3. Apakah terdapat respons pada pertumbuhan dan produksi beberapa varietas tanaman padi terhadap pemberian konsentrasi boron yang berbeda?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Membandingkan pertumbuhan dan produksi benih tiga varietas yaitu Ciherang, Bestari dan Mekongga.
2. Menentukan bentuk tanggapan tanaman padi dalam pertumbuhan dan produksi padi terhadap peningkatan konsentrasi boron.
3. Mengetahui respons beberapa varietas tanaman padi pada pertumbuhan dan produksi padi terhadap pemberian boron yang berbeda.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penduduk Indonesia, 95% mengonsumsi beras sebagai bahan makanan pokok.

Hal tersebut mengakibatkan kebutuhan akan produksi akan tanaman padi terus

meningkat. Dikarenakan kebutuhan akan produksi padi yang terus meningkat, maka dilakukan upaya peningkatan produksi padi. Upaya peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan program ekstensifikasi dan intensifikasi. Program ekstensifikasi dapat dilakukan dengan penambahan luas areal lahan pertanian, akan tetapi lahan pertanian di Indonesia semakin sempit. Hal itu dapat dikarenakan peningkatan jumlah penduduk dan pengalihan fungsi lahan. Sementara pada program intensifikasi dapat dilakukan dengan program sapa usaha tani. Salah satu cara dalam program intensifikasi adalah dengan peningkatan cara budidaya.

Kegiatan budidaya tanaman salah satunya meliputi kegiatan pemupukan. Pemupukan dilakukan untuk memberikan tambahan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Jenis unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Selain unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman, peran unsur hara mikro tidak kalah penting untuk menunjang pertumbuhan tanaman padi. Salah satu unsur hara mikro yang banyak diteliti adalah boron.

Unsur hara boron dapat berperan dalam pembentukan dan perkembangan suatu tanaman. Dalam suatu jaringan tanaman, unsur boron ini dapat terjadi secara larut (*mobile*) dalam air dan tidak terlarut (*immobile*) dalam air. Boron yang dapat larut (*mobile*) dalam air, dapat digunakan oleh tanaman dalam bentuk asam borat H_3BO_3 . Sementara boron yang tidak dapat larut (*immobile*) dalam air, dapat masuk ke dalam jaringan tanaman melalui stomata, eksodesmata dan kutikula.

Dengan adanya perbedaan konsentrasi diluar dan didalam sitoplasma, boron akan melewati membran plasma dengan bantuan saluran protein ke sitoplasma.

Boron berfungsi dalam pembentukan dinding sel dan boron dapat ditranslokasikan ke bagian tanaman lainnya, yaitu dengan melalui jaringan xylem ataupun floem.

Selain itu, boron juga berperan sebagai alat transportasi karbohidrat dalam tanaman. Karbohidrat ditranslokasikan oleh boron ke bagian tanaman yang membutuhkan seperti titik tumbuh.

Dalam pemberian boron, sebaiknya dilakukan pada saat fase vegetatif yaitu pada fase sebelum berbunga. Aplikasi boron dengan konsentrasi tertentu dapat membantu penyerapan dan transport fotosintat akan lebih baik. Pemberian boron sebelum fase pembungaan maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi yaitu meningkatkan tinggi tanaman, anakan produktif, bobot kering berangkasan, dan sudut anakan. Selain itu, peran boron juga membantu dalam pembentukan dinding sel kepala sari, hal tersebut memungkinkan penyerbukan tinggi sehingga bulir bernas menjadi tinggi, dan bobot 1000 butir menjadi tinggi. Sementara itu, kekurangan pemberian boron dapat mengakibatkan jumlah anakan produktif pada tanaman padi, hal tersebut dapat dikarenakan proses penyerapan fotosintatnya tidak berlangsung dengan baik.

1.4 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat disimpulkan hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan pertumbuhan dan produksi pada Varietas Ciherang, Bestari, dan Mekongga.
2. Pertumbuhan tanaman dan produksi padi akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi boron yang diberikan.
3. Respons tanaman pada pertumbuhan dan produksi padi berbeda terhadap varietas dan boron yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Pertumbuhan Tanaman Padi

Padi tergolong tanaman *Gramineae* yang memiliki sistem perakaran serabut. Sewaktu berkecambah, akar primer muncul bersamaan dengan akar lainnya yang disebut akar seminal. Selanjutnya, akar seminal akan digantikan dengan akar adventif yang tumbuh dari buku terbawah batang. Batang tanaman padi tersusun atas beberapa ruas. Pemanjangan beberapa ruas batang terjadi ketika tanaman padi memasuki fase reproduktif. Padi memiliki daun berbentuk lanset dengan urat tulang daun sejajar tertutupi oleh rambut yang halus dan pendek. Pada bagian teratas dari batang, terdapat daun bendera yang ukurannya lebih lebar dibandingkan dengan daun bagian bawah (Makarim dan Suhartatik, 2007).

Bunga tanaman padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan *spikelet*. Bunga tanaman padi terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari serta beberapa organ lainnya yang bersifat inferior. Tiap unit bunga pada malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan cabang sekunder. Tiap unit bunga padi adalah *floret* yang terdiri atas satu bunga. Satu bunga terdiri atas satu organ betina dan 6 organ jantan (Makarim *et al.*, 2007).

Tabel 1. (Lanjutan)

Tahap	Deskripsi Tahapan Pertumbuhan
5	Keluarnya malai ditandai dengan kemunculan ujung malai dari pelepah daun bendera
6	Pembungaan dimulai ketika serbuk sari telah keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan
7	Gabah matang susu ditandai dengan adanya cairan kental berwarna putih susu
8	Gabah setengah matang ditandai dengan adanya gumpalan lunak yang berangsur-angsur mengeras
9	Gabah matang penuh ditandai dengan mengerasnya gabah dan berwarna kuning

Sumber: Makarim dan Suhartatik (2007).

2.2 Unsur Hara Mikro Boron

Boron bagi tanaman berperan penting dalam sintesis salah satu dasar pembentukan RNA pada pembentuk sel misalnya pembelahan sel, pembentukan dinding sel, pendewasaan sel, respirasi atau pernapasan dan pertumbuhan (Mengel dan Kirby, 2001). Selain itu Boron juga berperan dalam perkecambahan serbuk sari dan pertumbuhan tabung polen (Feijo *et al.*, 1995).

Boron berperan dalam translokasi gula ke membran, serta memengaruhi perkembangan sel-sel dalam pembentukan polisakarida dan kecepatan pembelahan sel. Kekurangan boron dapat menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk tanaman berhenti dan kemudian mati, daun muda berwarna hijau pucat dan jaringan pangkal daun rusak, serta pada akar akan menyebabkan kerusakan jaringan internal (Hanafiah, 2007).

Ketersediaan boron dalam tanah adalah sebesar 0,5-2,0 ppm, tetapi hanya 0,5-2,5% yang tersedia untuk tanaman. Tanah yang bersifat basa ($\text{pH} \geq 7,0$) dapat menyebabkan defisiensi boron dibandingkan pada tanah masam (Agustina, 2011).

Boron terutama berasal dari mineral primer, seperti misalnya borosilikat. Boron terdapat dalam larutan tanah pada tingkatan yang sangat rendah sebagai asam borat dan diadsorpsi oleh partikel tanah sebagai borat (Gardner *et al.*, 1985).

Dalam lingkungan geologis larutan B kebanyakan terkandung dalam H_3BO_3 dan H_2BO_3^- (Mortvedt *et al.*, 1991). Boron diserap tanaman dalam bentuk H_3BO_3 .

Boron merupakan unsur mikro esensial dan kahat boron menyebabkan hambatan pertumbuhan tanaman. Kekurangan Boron dapat menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk tanaman berhenti dan kemudian mati, daun muda berwarna hijau pucat dan jaringan pangkal daun rusak, serta terjadi kerusakan pada akar (Hanafiah, 2007). Huang *et al.* (1999), menyatakan bila tanaman kekurangan unsur boron dapat menyebabkan bahwa pembentukan dinding sel serbuk sari terganggu, terjadi penghambatan transportasi karbohidrat sehingga kadar gula dan pati menurun, dan kekurangan boron juga cenderung menurunkan viabilitas serbuk sari.

Pemberian unsur mikro boron dapat meningkatkan B tersedia dalam tanah dan konsentrasi maupun serapan B dalam tribus. Boron merupakan salah satu unsur hara mikro yang esensial bagi tanaman karena peranannya dalam perkembangan dan pertumbuhan sel-sel baru di dalam jaringan meristematis, pembungaan dan perkembangan buah (Dunn *et al.*, 2005), karena boron merupakan unsur mikro yang berhubungan dengan metabolisme hormon auksin (Amanullah *et al.*, 2010).

Boron dianggap mempengaruhi perkembangan sel dengan mengendalikan transpor gula dan pembentukan polisakarida (Gardner *et al.*, 1985). Selain itu, boron juga berperan dalam penggabungan dan struktur dinding sel, metabolisme asam nukleat, karbohidrat, protein, fenol, dan auksin. Di samping itu Boron juga berperan dalam pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel, permeabilitas membran, dan perkecambahan serbuk sari (Santos *et al.*, 2013). Hal ini terkait dengan perannya dalam sintesis RNA yaitu bahan dasar pembentukan sel (Salisbury and Ross, 1995).

Boron juga berpengaruh pada pembentukan dan proliferasi sel kambium dan gangguan diferensiasi xilem. Xilem bertanggung jawab untuk peningkatan penyerapan nutrisi dan berkontribusi terhadap mobilitas nutrisi. Boron juga mempengaruhi pembuahan dengan meningkatkan kapasitas produksi serbuk sari dari kepala sari dan viabilitas serbuk sari biji-bijian. Boron secara tidak langsung berperan pada penyerbukan bunga dengan meningkatkan konsentrasi gula dalam nektar tanaman (Aref, 2012).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca Laboratorium Lapang Terpadu dan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada Maret 2014 sampai dengan Agustus 2014.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih padi varietas Ciherang, Bestari, Mekongga, H_3BO_3 , Urea, SP-36, KCl, Chloro Bromo Isosianuric A (CBIA), BPMC 500 g/l, *aquades*, dan tanah.

Alat-alat yang digunakan adalah ember plastik, timbangan elektrik sensitivitas 0,1 g, gelas ukur, cangkul, akuades, *hand sprayer*, sabit, meteran, oven Memmert, alat pemisah benih (*seed blower*), alat penghitung benih (*seed counter*), alat dokumentasi (kamera), dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok teracak sempurna faktorial 3x6 dan setiap ulangan terdapat duplo. Faktor pertama varietas yaitu varietas

Ciherang, Bestari dan Mekongga. Faktor kedua yaitu terdiri enam taraf konsentrasi boron perlakuan yaitu B_0 (0 ppm), B_1 (5 ppm), B_2 (10 ppm), B_3 (15 ppm), B_4 (20 ppm), dan B_5 (25 ppm).

Penelitian ini faktor perlakuan yang pertama adalah boron dengan lima taraf perlakuan, faktor perlakuan kedua yaitu tiga varietas tanaman padi yaitu Varietas Ciherang (v_1), Varietas Bestari (v_2), dan Varietas Mekongga (v_3), maka kombinasi perlakuan yang didapat adalah v_1b_0 , v_1b_1 , v_1b_2 , v_1b_3 , v_1b_4 , v_1b_5 , v_2b_0 , v_2b_1 , v_2b_2 , v_2b_3 , v_2b_4 , v_2b_5 , v_3b_0 , v_3b_1 , v_3b_2 , v_3b_3 , v_3b_4 , v_3b_5 . Dan tabel koefisien perbandingan ortogonal perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan Uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Analisis ragam terpenuhi, pemisahan nilai tengah dilanjutkan dengan uji perbandingan ortogonal pada taraf α 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengolahan tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah jenis tanah latosol yang dilumpurkan sehingga strukturnya menyerupai tanah sawah. Tanah dilumpurkan selama empat minggu dengan cara dicampur dengan air hingga membentuk struktur tanah berlumpur. Setelah dilumpurkan, tanah siap untuk digunakan sebagai media tanam dalam ember plastik berwarna hitam dengan diameter 28 cm.

3.4.2 *Penyemaian*

Benih yang digunakan adalah benih padi Varietas Ciherang, Bestari, dan Mekongga. Benih terlebih dahulu direndam dalam air selama 24 jam. Benih tersebut diperam menggunakan kain kasa selama 2x24 jam untuk menyerempakkan perkecambahan benih. Benih yang telah berkecambah kemudian disemai selama 14 hari.

3.4.3 *Penanaman*

Pindah tanam dilakukan setelah bibit berumur sekitar 14 hari dengan cara membenamkan bibit pada kedalaman 3-5 cm. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm dengan satu bibit pada setiap ember.

3.4.4 *Pemeliharaan*

Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 3-7 hst. Penyiangan gulma secara manual dilakukan pada saat tanaman berumur satu minggu setelah pindah tanam. Pupuk dasar yang diaplikasikan adalah 300 kg Urea/ha (1,50 g/ember), 150 kg SP-18/ha (0,75 g/ember), dan 150 kg KCl/ha (0,75 g/ember) yang diberikan pada saat padi berumur 14 hst dan 42 hst dengan cara ditugal.

Pengairan dilakukan dengan cara menyiram air sekitar 2 liter setiap hari dengan menggunakan gelas ukur. Hal ini disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman, apabila telah memasuki fase pengisian bulir, pengairan dikurangi dan disesuaikan dengan kebutuhan.

Pengendalian hama dan penyakit pada fase vegetatif dilakukan dengan menggunakan insektisida Dharmabas 500 EC sesuai dengan dosis anjuran, yaitu 0,25-0,50 l/ha. Insektisida diberikan pada saat serangga-serangga seperti walang sangit dan ulat daun mulai menyerang tanaman. Sementara pemberian bakterisida Puanmur 50 SP dengan dosis anjuran 0,5-1,0 l/ha diberikan secara preventif untuk tanaman.

3.4.5 Aplikasi Boron

Pemberian boron diberikan sejak tanaman berumur 34 hari setelah tanam. Pemberian boron dilakukan sebanyak tiga kali dengan selang waktu aplikasi selama 7 hari. Boron diberikan pada tanaman padi pada 34, 41, dan 48 hari setelah pindah tanam. Sementara boron diberikan pada tanaman padi dengan beberapa konsentrasi yang berbeda, yaitu 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm.

Larutan boron 0 ppm hingga 5 ppm dapat dilakukan dengan penghitungan sebagai berikut:

$$\text{Pupuk Boron (H}_3\text{BO}_3\text{) gram} = \left(\frac{\text{Mr H}_3\text{BO}_3}{\text{Ar B}} \right) \times \text{Konsentrasi (ppm)}$$

Keterangan: 1 ppm = 1 mg/l
 Mr H₃BO₃ = Masa relatif asam borat 61,81
 Ar B = Atom relatif boron 10,81

Boron untuk 0 ppm yang digunakan adalah 0,03 mg; 5 ppm sebesar 0,06 mg; 10 ppm sebesar 0,08 mg; 15 ppm sebesar 0,08 mg; 20 ppm sebesar 0,11 mg; dan 25 ppm sebesar 0,14 mg, konsentrasi boron tersebut dilarutkan dalam 1 liter air.

Aplikasi boron pada tanaman dilakukan dengan cara disemprotkan ke permukaan daun bagian bawah dengan menggunakan *handsprayer*. Cara pelaksanaan sesuai dengan nyata letak di lapang, dengan konsentrasi boron yang berbeda.

Kegiatan kalibrasi sangat penting untuk dilakukan sebelum melakukan penyemprotan, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui volume semprot pada tanaman. Volume semprot yang digunakan untuk aplikasi adalah sebesar 10 ml/tanaman pada saat aplikasi pertama, 25 ml/tanaman pada aplikasi kedua, dan 40 ml/tanaman pada aplikasi ketiga.

3.4.6 Pemanenan

Panen dilakukan tidak secara bersamaan setiap varietasnya, pada Varietas Ciherang panen dilakukan pada saat tanaman berumur sekitar 125 hari, pada Varietas Bestari panen dilakukan pada saat tanaman berumur 121 hari, dan pada Varietas Mekongga panen dilakukan pada saat tanaman berumur 126 hari. Pada umur ini tanaman telah mencapai masak fisiologis yang ditandai dengan bulir padi dan daun bendera yang sudah menguning. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang tanaman padi dengan sabit.

Perontokan calon benih padi dilakukan dengan secara manual, yaitu dengan memukul berangkasan padi. Sementara pengeringan calon benih dilakukan secara manual, yaitu dengan menjemur calon benih tersebut di bawah sinar matahari.

Hal tersebut bertujuan agar dapat menurunkan kadar air benih hingga 11%. Calon benih yang telah kering dibersihkan menggunakan alat pemisah benih (*seed*

blower) untuk memisahkan benih dengan kotoran-kotoran benih atau benih yang tercampur pada saat pembersihan sebelumnya.

3.5 Pengamatan

1. Tinggi tanaman

Tanaman diukur dari batang bagian bawah dekat dengan permukaan tanah sampai dengan ujung daun bendera. Pengukuran tinggi tanaman mulai dilakukan saat minggu pertama setelah tanam hingga tanaman berumur 12 minggu setelah tanam. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran dalam satuan sentimeter.

2. Tingkat kehijauan daun

Tingkat kehijauan daun diukur dengan cara mengambil tiga sampel daun pada setiap tanaman. Daun yang diamati adalah tiga daun bagian atas, tengah dan bawah. Pengamatan dilakukan sesudah pengaplikasian boron disetiap kelompok tanaman padi. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan klorofilmeter dalam satuan SPAD.

3. Jumlah anakan produktif

Jumlah anakan produktif dihitung dari jumlah anakan total yang mampu menghasilkan malai. Jumlah anakan produktif dihitung pada saat tanaman padi berumur 13 minggu setelah tanam (mst).

4. Bobot kering berangkasan

Bagian-bagian tanaman padi seperti batang serta daun tanaman adalah bagian dari berangkasan tanaman padi. Berangkasan ini segera dikeringkan pada saat tanaman berumur sekitar 55 hari. Berangkasan dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 80° C selama 3x24 jam. Berangkasan setelah kering diukur dengan timbangan Ohaus sensitivitas 0,1 gram. Pengukuran dilakukan dengan satuan gram.

5. Sudut anakan

Sudut anakan dihitung dengan mengukur besarnya sudut yang terbentuk antara batang utama dengan anakan produktif pada setiap tanaman. Pengamatan dilakukan setiap minggu sejak tanaman padi berumur 28 hst sampai pada fase reproduktif. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan busur derajat dalam satuan derajat.

6. Bobot bulir bernas

Bobot bulir bernas dihitung dengan cara menimbang semua bulir bernas per tanaman. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan timbangan elektrik dengan sensitivitas 0,1 g.

7. Bobot 1.000 butir

Pengamatan dilakukan dengan alat penghitung benih sebanyak 100 butir dengan 8 kali ulangan. Bobot 1.000 butir ditimbang dengan alat timbangan elektrik sensitivitas 0,1 g dalam satuan gram.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Terlihat perbedaan pertumbuhan antar Varietas Ciherang, Bestari, dan Mekongga terlihat pada peubah sudut anakan tanaman padi.
2. Penambahan konsentrasi boron sebelum aplikasi menghasilkan tingkat kehijauan daun yang sama, setelah diaplikasi menghasilkan pertumbuhan yang mencapai optimum sebesar 0,181 SPAD pada konsentrasi boron sebesar 20 ppm.
3. Respons antara penambahan konsentrasi boron menghasilkan titik optimum jumlah anakan produktif sebesar 19,07 anakan pada Varietas Bestari dicapai pada konsentrasi 16,02 ppm; tingkat kehijauan daun sebesar 40,2 SPAD dicapai pada konsentrasi 20 ppm; pada Varietas Ciherang, Bestari, dan Mekongga bobot kering berangkasan yang dihasilkan sebesar 35,01 g; 37,81 g; dan 38,01 g, dan dicapai pada konsentrasi 20 ppm; pada peubah bobot 1.000 butir padi, Varietas Bestari sebesar 24,51 g dicapai pada konsentrasi 20,08 ppm; dan pada Varietas Mekongga sebesar 24,03 g dicapai pada konsentrasi 19,56 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk penelitian berikutnya untuk melakukan penambahan peubah dalam pengukuran. Selain itu, perlu adanya menerapkan teknik budidaya yang dianjurkan pada saat ini dengan mengacu pada GP-PTT. Selanjutnya perlu dilakukan pengujian mutu benih sesuai standar laboratorium.

PUSTAKA ACUAN

- Agustina, L. 2011. *Unsur Hara Mikro I (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl) Manfaat Kebutuhan Kahat dan Keracunan Edisi Pertama*. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Al-Amery, M.M., Hamza, J. H., and Fuller. M. P. 2011. Effect of Boron Foliar Application on Reproductive Growth of Sunflower (*Helianthus annuus L.*). *International Journal of Agronomy*. 71 (2): 236-244.
- Ali, F., A. Ali, H. Gul, M. Sharif, A. Sadiq, A. Ahmed, A. Ullah, A. Mahar, and S.A. Kalhoro. 2015. Effect of Boron Soil Application on Nutrients Efficiency in Tobacco Leaf. *American Journal of Plant Sciences*. (6): 1391-1400.
- Amanullah, M. M., S. Sekar., and S. Vincent. 2010. Plant Growth Substance in Crop Production: A Review. *Asian Journal of Plant Sciences*. 9 (4): 215-222.
- Aref, F. 2012. Manganese, Iron, and Copper Contents in Leaves of Maize Plant (*Zea mays L.*) Grown with Different Boron and Zinc Micronutrients. *African Journal of Biotechnology*. 11 (4): 896-903.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2014. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 73 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Padi Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Balai Pengawasan Sertifikasi Benih (BPSB). 2010. Benih Inbrida. <http://www.bpsb.nasional.net.index.php.=benih.inbrida?eng=0>. Diakses pada tanggal 15 September 2014.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2012. Deskripsi Varietas Bestari. <http://www.batan.jakarta.net/index.php?bawaan=varietas/erbagi&komoditas=05021&sql=&kriteria=&pageid=1&tampilan=tmilikan&arietas=1>. Diakses pada tanggal 28 November 2013.

- Bell R.W., L. McLay, D. Plaskett, B. Dell, and J.F. Loneragan. 1989. Germination and Vigour of Black Gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) Seed from Plants Grown with and Without Boron. *Journal Australia Agriculture*. (40): 273-279.
- Bellaloui, N. 2011. Effect of Water Stress and Foliar Boron Application on Seed Protein, Oil, Fatty Acids and Nitrogen Metabolism in Soybean. USA. *American Journal of Plant Sciences*. (2): 692-701.
- Brown, P.H. and B.J. Shelp. 1997. Boron Mobility in Plants. *Plant Soil Journal*. (193): 85-101.
- Dell, B., and L. Huang. 2007. Physiological Response of Plants to Low Boron. *Plant and Soil Journal*. (193): 103-120.
- Dewi, M.M. 2014. Pengaruh aplikasi silika dan mangan pada pertumbuhan dan produksi benih padi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 85 hlm.
- Dunn, D., G. Setevens, and A. Kendig. 2005. Boron Fertilization of Rice with Soil and Foliar Applications. *J. Plant Management Network*. (9): 4-13.
- Feijo, J. A., R. Malho, and G. Obermeyer. 1995. Ion Dynamics and its Possible Role During *In Vitro* Pollen Germination and Tube Growth. *Protoplasma Journal*. (187): 155-167.
- Gardner F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants: Mineral Nutrition*. The Iowa State University Press. Iowa.
- Hanafiah, K. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 355 hlm.
- Hu, H., and H. Brown. 1994. Localization of Boron in Cell Walls of Squash and Tobacco and Its Association with Pectin. *Plant Physiol Journal*. (105): 681-689.
- Huang, L. J., L. Pant, A. Bernie, and W.B. Richard. 1999. Effects of Boron Deficiency on Anther Development and Floret Fertility in Wheat (*Triticum aestivum* L. 'Wilgoyne'). *Annals of Botany*. (85): 493-500.
- Makarim, A.K. dan E. Suhartatik. 2007. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 295-330 hlm.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon: Hara Penting Pada Sistem Produksi Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. 2 (2): 195-204 hlm.

- Malakouti, J. M. 2008. The Effect of Micronutrients in Ensuring Efficient Use of Macronutrients. *Turq Journal Agric For.* (32): 215-220.
- Matoh, T. 1997. Boron in Plant Cell Walls. *Plant and Soil Journal.* 193 (5): 59-70.
- Mengel, K. dan E.A. Kirby. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publisher Edition 5th. 849 p.
- Mortvedt, J.J., F.R. Cox, L.M. Shuman and R.M. Welch. 1991. *Micronutrients in Agriculture.* Soil Science Society of America, Inc. Madison, USA. (2): 14-21.
- Perica, S., N. Bellaloui, C. Greve, H. Hu, and P. H. Brown, 2001. Boron Transport and Soluble Carbohydrate Concentrations in Olive. *J. American Social Horticulture Science.* (126): 291-296.
- Pilbeam, D. J., and Kirkby, E. A. 1983. The Physiological Role of Boron in Plants. *Journal of Plant Nutrition.* 6 (7): 563-582.
- Power, P.P. and G.W. Woods. 1997. The Chemistry of Boron and Its Speciation in Plants. USA. *Plant and Soil Journal.* (193): 1-13.
- Pradnyawan, S.W.H. dan M.M. Widya. 2005. Pertumbuhan, Kandungan Nitrogen, Klorofil dan Karotenoid Daun *Gynura procumbens* [Lour] Merr. pada Tingkat Naungan Berbeda. *Biofarmasi* 3(1): 7-10.
- Rodriguez, B.H.M., G.A. Fontes, J. Rexach., J.C.C. Juan, M.M. Jose and T.N.G. Maria. 2010. Role of Boron in Vascular Plants and Response Mechanisms to Boron Stresses. Spain. *Plant Stress Journal.* 4 (2): 115-122.
- Roosta, R.H. and M. Hamidpour. 2011. Effects of Foliar Application of Some Macro and Micro Nutrients on Tomato Plants in Aquaponic and Hydroponic Systems. *Scientia Horticulturae Journal.* (129): 396-402.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan.* Diterjemahkan oleh Diah R. Lukman dan Sumaryono *Plant Physiology.* ITB. Bandung. 167 hlm.
- Santos, E. F., B. J. Zanchim, A. G. De Campos, R. F. Garrone, and J. L. Junior. 2013. Photosynthesis Rate, Chlorophyll Content, and Initial Development of Physicnut without Micronutrient Fertilization. *R. Bras. Ci. Solo.* (37): 1334-1342.

Steinberg R., S. Robert and E. Roller. 1954. Effects of Micrnutrient Deficiencies on Mineral Compsition, Nitrogen Fractions, Ascorbic Acid, and Burn of Tobacco Grown to Flowering in Water Culture. *Plant Physiology Journal*. (58): 123-129 hlm.