



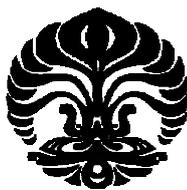
UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PEMBERIAN STRAIN *NOSTOC* BAD5, GIA13a,
DAN TAB7d TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF DAN
GENERATIF TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)
VARIETAS CIHERANG**

SKRIPSI

**ANGGI SEPTIANI
0606069571**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
DEPOK
JULI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PEMBERIAN STRAIN *NOSTOC* BAD5, GIA13a,
DAN TAB7d TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF DAN
GENERATIF TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)
VARIETAS CIHERANG**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains**

**ANGGI SEPTIANI
0606069571**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
DEPOK
JULI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Anggi Septiani

NPM : 0606069571

Tanda Tangan : 

Tanggal : 5 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Anggi Septiani
NPM : 0606069571
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7d terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dra. Lestari Rahayu K., M.Sc. (.....)

Pembimbing II : Dian Hendrayanti, M.Sc. (.....)

Penguji I : Dr. Susiani Purbaningsih, DEA (.....)

Penguji II : Dra. Nining B. Prihantini, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 5 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada teladan terbaik sepanjang masa, Rasulullah Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabatnya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dra. Lestari Rahayu K., M.Sc. dan Dian Hendrayanti, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Susiani Purbaningsih, DEA dan Dra. Nining Betawati Prihantini, M.Sc. selaku penguji atas pengetahuan, koreksi, masukan, dan saran bagi skripsi ini.
3. Dr. Andi Salamah selaku pembimbing akademis yang telah memberikan bimbingan, perhatian, saran, ilmu dan motivasi kepada penulis selama menimba ilmu di Departemen Biologi.
4. Dr. rer. nat. Mufti Petala Patria, M.Sc. selaku Ketua Departemen Biologi, Dra. Nining Betawati Prihantini, M.Sc. selaku Sekretaris Departemen Biologi, Dra. Titi Soedjiarti, S.U. selaku Koordinator Pendidikan, Riani Widiarti, M.Si. selaku Koordinator Mahasiswa, dan Dr. Anom Bowolaksono selaku Koordinator Seminar.
5. Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. dan Dr. Nisyawati atas saran dan bekal ilmu yang berharga; Dr. rer. nat. Yasman, M.Sc. dan Dr. Upi Chairun Nisa atas motivasi yang diberikan, serta seluruh pengajar yang telah memberikan begitu banyak bekal ilmu yang bermanfaat. Tidak lupa pada seluruh staf Departemen Biologi (Ahmad Supriyadi, S.Ip, Asri Martini, S.Si., Ir. Rusmalina, Pak

Taryana, Pak Taryono, Mas Dedi, Pak Arif, Bu Ida, Bu Siti, dan Mba Aam) yang telah memberikan bantuan bagi penulis.

6. Dr. rer. nat. Martarizal atas bantuan moril dan finansial sehingga penulis dapat dapat duduk di bangku perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Rekan-rekan Taksonomi Tumbuhan (Asma, Widi, Ida, dan Qumil) yang telah menemani penulis dalam suka dan duka selama melaksanakan penelitian. Kepada Pratiwi Yuliana, S.Si., Devri Ari Sinaga, S.Si., Wanda Anggi Andirisnanti, S.Si., Raesti Wulan, S.Si., Afiatri P., S.Si., dan Jia Bagus A, S.Si., terima kasih atas dukungan, semangat dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis.
8. Teman-teman yang tulus hati memberikan dukungan moril serta doa selama penelitian: Sholia, Eva, Elly, Rani, teman-teman Felix'06 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih pula kepada seluruh mahasiswa Biologi angkatan 2005--2010 atas kekeluargaan, canda tawa, dan semangat selama berada di Departemen Biologi.
9. Ummi, Abi, adik tercinta (Arif), dan Aa Rio yang tak habis-habisnya mencurahkan kasih sayang, perhatian, pengertian, dan motivasi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
10. Pak Widayat, Bu Suryamah, Tete Niken, dan Agung yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam skripsi ini, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Penulis

2011

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggi Septiani
NPM : 0606069571
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengaruh Pemberian Strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7d terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 5 Juli 2011

Yang menyatakan


(Anggi Septiani)

ABSTRAK

Nama : Anggi Septiani
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7d terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian strain *Nostoc* terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Ciherang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam ulangan dan empat perlakuan. Perlakuan terdiri atas pemberian strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, TAB7d, dan kontrol. Pemberian strain *Nostoc* dilakukan ketika padi berumur 15, 30, 45, dan 60 hari setelah tanam (hst). Biomassa berat basah strain *Nostoc* yang diberikan pada 15 dan 30 hst masing-masing sebesar 0,4 g dan biomassa berat basah strain *Nostoc* yang diberikan pada 45 dan 60 hst masing-masing sebesar 0,6 g. Hasil uji ANOVA ($\alpha= 0,05$) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* dapat menurunkan jumlah buah kosong. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* dapat meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi (bernas), dengan uji Kruskal-Wallis ($\alpha= 0,05$). Perlakuan GIA13a terbukti paling baik dalam menurunkan jumlah buah kosong, meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi, dengan uji LSD ($\alpha= 0,05$).

Kata kunci : *Nostoc*, padi, pertumbuhan vegetatif, pertumbuhan generatif.
xiii + 83 halaman : 23 gambar; 7 tabel; 13 lampiran
Daftar Referensi : 80 (1865--2010)

ABSTRACT

Name : Anggi Septiani
Program Study : Biology
Title : The Effect of *Nostoc* Strains BAD5, GIA13a, and TAB7d to Vegetative and Generative Growth of Ciherang Varieties of Rice (*Oryza sativa* L.)

The experiment aim was to investigate the effect of *Nostoc* strains to vegetative and generative growth of Ciherang varieties of rice (*Oryza sativa* L.). The experiment used Randomized Completely Design with six replications dan four treatments. The treatments were applied by giving *Nostoc* strains BAD5, GIA13a, TAB7d, and control. *Nostoc* strains were inoculated at 15, 30, 45, 60 days after plantation (hst). Total of 0,4 g *Nostoc* biomass was inoculated at 15 and 30 hst, while 0,6 g *Nostoc* biomass was inoculated at 45 and 60 hst. The results of ANOVA test ($\alpha= 0,05$) showed that inoculated of *Nostoc* strains had effect to decrease the number of filled-out grains. The result of this experiment also had effect to increase the root length and number of filled grains, by Kruskal-Wallis test ($\alpha= 0,05$). Strain of GIA13a proven the best treatment to decrease number of filled-out grains, increase root length and number of filled grains, by LSD test ($\alpha= 0,05$).

Key Words : generative growth, *Nostoc*, rice, vegetative growth.
xiii + 83 pages : 23 pictures, 7 tables, 13 appendixs
Bibliography : 80 (1965--2010)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Nostoc</i>	4
2.2 Padi (<i>Oryza sativa</i> L.).....	8
2.3 Penambatan Nitrogen Bebas dari Udara (N ₂) oleh Cyanobacteria di Tanah Persawahan.....	12
3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat	19
3.3 Bahan.....	20
3.3.1 Medium dan Bahan Kimia	20
3.3.1 Bahan Habis Pakai	21
3.3.2 Bibit Padi dan Strain <i>Nostoc</i>	21
3.4 Cara Kerja.....	21
3.4.1 Sterilisasi Alat	21
3.4.2 Pembuatan Medium Padat BG 11 Bebas Unsur Nitrogen	22
3.4.3 Pemurnian dan Perbanyakan Jumlah Koloni <i>Nostoc</i>	22
3.4.4 Pengamatan Strain <i>Nostoc</i>	24
3.4.5 Persiapan dan Sterilisasi Media Tanam	24
3.4.6 Perendaman, Persemaian, dan Penanaman Bibit Padi	25
3.4.7 Pemeliharaan Tanaman Padi.....	26
3.4.8 Pemberian Strain <i>Nostoc</i> pada Tanaman Padi	26
3.4.9 Pemupukan Fosfor (P) dan Kalium (K)	27
3.4.10 Pengamatan Parameter Pertumbuhan Padi.....	28
3.4.11 Pengamatan Morfologi Strain <i>Nostoc</i> setelah Pemupukan	28
3.4.12 Pengamatan pada saat Panen dan Pasca Panen Padi.....	29
3.4.13 Pengamatan Parameter Lingkungan.....	29
3.5 Penyusunan, Pengolahan, dan Analisis Data.....	30

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil	34
4.1.1 Pengaruh Pemberian <i>Nostoc</i> terhadap fase Vegetatif Tanaman Padi.....	35
4.1.1.1 Tinggi Tanaman	35
4.1.1.2 Panjang Akar Tanaman	37
4.1.2 Pengaruh Pemberian <i>Nostoc</i> terhadap Fase Generatif Tanaman Padi.....	39
4.1.2.1 Jumlah Bulir Tanaman Padi	39
4.1.2.2 Jumlah Buah Total Tanaman Padi	40
4.1.2.3 Berat Basah dan Berat Kering Buah Total.....	42
4.1.2.3 Berat Basah dan Berat Kering Tanaman	43
4.1.3 Pengamatan Parameter Lingkungan.....	44
4.1.4 Pengamatan Strain <i>Nostoc</i> setelah Pemupukan	46
4.2 Pembahasan	51
4.2.1 Pengaruh Pemberian <i>Nostoc</i> terhadap Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi.....	51
4.2.2 Pengamatan Parameter Lingkungan	58
4.2.3 Pengamatan Strain <i>Nostoc</i> setelah Pemupukan	60
5. KESIMPULAN DAN SARAN	63
DAFTAR REFERENSI	64
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Strain <i>Nostoc</i>	7
Gambar 2.2.	Morfologi Tanaman Padi	10
Gambar 2.3.	Reaksi Kimia Penambatan Nitrogen Bebas dari Udara	13
Gambar 2.4.	Proses Penambatan Nitrogen Bebas dari Udara oleh Sel Heterokis.....	14
Gambar 2.5.	Pengamatan Mikroskopis <i>Nostoc</i> pada akar tanaman padi	16
Gambar 3.1.	Teknik Perbanyak dan Pengamatan Jumlah Koloni <i>Nostoc</i>	23
Gambar 3.2.	Teknik Persiapan dan Sterilisasi Media Tanam	25
Gambar 3.3.	Teknik Perendaman, Persemaian, & Penanaman Bibit Padi.....	26
Gambar 3.4.	Teknik Pemberian <i>Nostoc</i> pada Tanaman Padi.....	27
Gambar 3.5.	Teknik Pengukuran Parameter Lingkungan	30
Gambar 3.6.	Skema Cara Kerja Penelitian.....	33
Gambar 4.1.	Fase Pertumbuhan Tanaman Padi Ciherang dari Tiap Perlakuan...36	
Gambar 4.2.	Tinggi Tanaman pada 115 hst	37
Gambar 4.3.	Panjang Akar Tanaman pada 115 hst.....	38
Gambar 4.4.	Diagram Batang Rerata Panjang Akar Tanaman pada 115 hst.....	39
Gambar 4.5.	Diagram Batang Rerata Jumlah Bulir Tanaman Padi pada 115 hst	40
Gambar 4.6.	Diagram Batang Rerata Jumlah Buah Isi dan Buah Kosong Tanaman Padi pada 115 hst.....	42
Gambar 4.7.	Diagram Batang Rerata Berat Basah dan Berat Kering Buah Total Tanaman Padi pada 115 hst.....	43
Gambar 4.8.	Diagram Batang Rerata Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Padi pada 115 hst.....	44
Gambar 4.9.	Pengamatan Makroskopis <i>Nostoc</i> setelah Pemupukan 15 hst dan 30 hst	47
Gambar 4.10.	Pengamatan Makroskopis <i>Nostoc</i> setelah Pemupukan 45 hst dan 60 hst	48
Gambar 4.11.	Pengamatan Mikroskopis Strain BAD5,GIA13a, dan TAB7 setelah Pemupukan.....	49
Gambar 4.12.	Pengamatan Mikroskopis Diatom dan Alga berfilamen	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Beberapa Perbedaan Metode Penanaman Padi SRI dengan Metode Konvensional dan Metode PTT	11
Tabel 2.2.	Beberapa Deskripsi Varietas Padi Ciherang	12
Tabel 3.1.	Komposisi Bahan Kimia Medium BG 11 Bebas Unsur Nitrogen	20
Tabel 4.1.	Data Kumulatif Pertumbuhan Padi Varietas Ciherang pada 115 hst ..	34
Tabel 4.2.	Rerata Tinggi Tanaman selama 115 hst.....	36
Tabel 4.3.	Rerata Jumlah Buah Total Padi pada 115 hst	41
Tabel 4.4.	Data Hasil Pengukuran Faktor Lingkungan selama 115 hst.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Panduan Warna Castell-Polychromos No. 9216	71
Lampiran 2.	Perhitungan Penggunaan <i>Nostoc</i> dari Hasil Konversi Pupuk Urea	72
Lampiran 3.	Perhitungan Penggunaan Pupuk KCl dan SP36	73
Lampiran 4.	Uji Normalitas Shapiro-Wilk terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi pada 115 hst.....	74
Lampiran 5.	Uji Homogenitas Levene terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi pada 115 hst.....	75
Lampiran 6.	Uji Parametrik ANOVA terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi pada 115 hst.....	76
Lampiran 7.	Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Jumlah Bulir Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	77
Lampiran 8.	Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Panjang Akar Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	78
Lampiran 9.	Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Panjang Akar Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	79
Lampiran 10.	Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Jumlah Buah Isi (Bernas) Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	80
Lampiran 11.	Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Jumlah Buah Isi (Bernas) Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	81
Lampiran 12.	Uji Parametrik ANOVA terhadap Data Jumlah Buah Kosong Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst	82
Lampiran 13.	Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Jumlah Buah Kosong Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst.....	83

BAB 1 PENDAHULUAN

Nama genus *Nostoc* dicetuskan pertama kali oleh ilmuwan Swiss yang bernama Paracelcus (Bold & Wynne 1985: 128). Kata *Nostoc* berasal dari bahasa Inggris, yaitu *Nostrhyl* dan bahasa Jerman, yaitu *Nasenloch*. Kedua kata tersebut berhubungan dengan lendir yang dihasilkan oleh *Nostoc* (Potts 1997: 584). *Nostoc* adalah mikroorganisme prokariotik yang bersifat fotosintetik dan termasuk ke dalam filum Cyanobacteria (*blue green algae*) (Rai *dkk.* 2000: 450). *Nostoc* merupakan anggota dari ordo Nostocales dan famili *Nostocaceae* (Vashishta 1999: 41).

Nostoc berbentuk filamen yang tersusun atas sel-sel vegetatif. Sel vegetatif *Nostoc* dapat berbentuk bulat atau oval. Kumpulan sel vegetatif kemudian akan diselubungi oleh selaput lendir (Bold & Wynne 1985: 60). Sel vegetatif *Nostoc* dapat berdiferensiasi menjadi sel akinet dan sel heterokis. Sel akinet umumnya terbentuk pada saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan, seperti kekeringan (Vashishta 1999: 39). Sel heterokis merupakan sel yang berbeda secara morfologi dibandingkan dengan sel vegetatif. Apabila diamati dengan mikroskop cahaya, sel heterokis memiliki ukuran sel yang lebih besar (Kumar 1985: 28).

Sel heterokis merupakan sel tempat terjadinya penambatan nitrogen bebas dari udara (N_2) (Kim & Lee 2006: 240). Proses penambatan nitrogen bebas dari udara terjadi dengan bantuan enzim nitrogenase (Peters 1978: 580). Nitrogen bebas dari udara akan direduksi menjadi amonia (NH_3) di dalam sel heterokis (Rai *dkk.* 2000: 468). Apabila terdapat amonia yang tidak digunakan oleh *Nostoc*, maka amonia tersebut akan dikeluarkan ke lingkungan tanah. Amonia tersebut selanjutnya akan terhidrolisis menjadi amonium (NH_4^+) (Mishra & Pabbi 2004: 6). Amonium tersebut menjadi sumber nutrisi yang dapat diserap oleh akar tanaman (Taiz & Zeiger 1998: 328). Selanjutnya nutrisi tersebut akan digunakan baik untuk pertumbuhan vegetatif maupun pertumbuhan generatif tanaman (Salisbury & Ross 1995a: 128).

Kemampuan Cyanobacteria berheterokis, termasuk *Nostoc*, dalam menambat nitrogen bebas dari udara dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan hasil pertumbuhan vegetatif dan generatif berbagai tanaman pertanian (Thajuddin & Subramanian 2005: 54), khususnya tanaman padi (Roger 1995: 265).

Penelitian mengenai pengaruh pemberian Cyanobacteria berheterokis terhadap pertumbuhan padi telah dilakukan di berbagai negara, seperti di Chili (Pereira *dkk.* 2009: 135--144), India (Banerjee *dkk.* 1997: 595--596; Mishra & Pabbi 2004: 6--10), Iran (Saadatnia & Riahi 2009: 207--212), dan Nepal (Gurung & Prasad 2005: 85--89). Masing-masing penelitian menggunakan jenis Cyanobacteria berheterokis, kadar pemberian, dan frekuensi pemberian yang berbeda-beda. Secara umum, hasil dari seluruh penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian Cyanobacteria berheterokis dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi.

Penelitian mengenai pengaruh pemberian Cyanobacteria terhadap tanaman padi pernah dilakukan di IPB, Bogor (Rahayu 1996: 1--52). Cyanobacteria yang digunakan dalam penelitian Rahayu (1996: 18) berasal dari produk MICROP-BG, Kanada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian produk tersebut tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah bulir, dan berat kering tanaman padi. Akan tetapi, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian produk tersebut dapat menurunkan persentase buah kosong, yaitu sebesar 12,14% dibandingkan kontrol (Rahayu 1996: 22--39).

Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi, FMIPA UI memiliki koleksi kultur Cyanobacteria berheterokis, diantaranya koleksi *Nostoc* yang berasal dari tanah persawahan. Beberapa koleksi *Nostoc* tersebut adalah strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d. Penelitian mengenai morfologi dan identifikasi molekuler dengan sekuen parsial 16sRNA (310--510 pb) terhadap ketiga strain tersebut telah dilakukan oleh Yuliana (2009: 1--93). Penelitian lanjutan mengenai identifikasi molekuler terhadap strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d dengan sekuen yang lebih lengkap (700 pb) juga telah dilakukan. Hasil penelitian lanjutan menunjukkan bahwa ketiga strain merupakan anggota dari genus *Nostoc* (Hendrayanti, komunikasi pribadi).

Penelitian mengenai pengaruh pemberian ketiga strain *Nostoc* (BAD5, GIA13a, dan TAB7d) terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L.) belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi. Hipotesis dari penelitian adalah pemberian strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d berpengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi dibandingkan kontrol.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan dan Rumah Kaca FMIPA, UI selama lima bulan. Tanaman padi yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman padi varietas Ciherang. Parameter pengamatan tanaman padi yang dicatat dan diukur meliputi pengamatan pertumbuhan dalam fase vegetatif dan generatif. Pengamatan pertumbuhan dalam fase vegetatif mencakup tinggi tanaman dan panjang akar tanaman (Saadatnia & Riahi 2009: 210; Banerjee *dkk.* 1997: 596). Pengamatan pertumbuhan dalam fase generatif mencakup jumlah bulir per rumpun, jumlah total buah per rumpun, jumlah total buah isi (bernas) dan buah kosong per rumpun (Gurung & Prasad 2005: 87), berat basah dan berat kering buah padi per rumpun, serta berat basah dan berat kering tanaman padi per rumpun (Kasniari & Supadma 2007: 171; Hidayati 2009: 2).

Pengukuran beberapa parameter lingkungan dan pengamatan strain *Nostoc* secara makroskopis dan mikroskopis setelah pemupukan juga dilakukan dalam penelitian. Parameter lingkungan yang diukur selama penelitian adalah suhu udara dalam rumah kaca, kelembapan udara, suhu tanah, intensitas cahaya, pH air, pH tanah dalam pot tanaman, dan cuaca saat pengamatan (Pratama 2010: 2). Sementara itu, pengamatan strain *Nostoc* secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan setelah pemupukan pada 15, 30, 45, dan 60 hst (Pereira *dkk.* 2009: 137).

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Nostoc*

Nostoc merupakan organisme prokariotik yang termasuk ke dalam filum Cyanobacteria (Whitton 2002: 105) dan kelas Cyanophyceae (Vashishta 1999: 41). *Nostoc* tidak memiliki membran inti yang memisahkan bagian inti sel dengan sitoplasma. *Nostoc* memiliki dua macam pigmen, yaitu pigmen fikobilin dan pigmen fotosintetik. Pigmen fikobilin terdiri atas fikosianin dan fikoeritrin. Pigmen fotosintetik dapat berupa klorofil a dan β -karoten (Vashishta 1999: 12).

Nostoc merupakan anggota dari ordo Nostocales dan famili Nostocaceae (Vashishta 1999: 41). *Nostoc* dikelompokkan ke dalam famili Nostocaceae karena berbentuk filamen lurus yang tidak bercabang dan dapat membentuk sel heterokis (Whitton 2002: 90). Satu filamen terdiri atas beberapa sel vegetatif yang dapat berbentuk bulat atau oval. Setiap filamen diselubungi oleh selaput lendir. Sejumlah filamen *Nostoc* yang diselubungi oleh selaput lendir akan membentuk koloni (Graham & Wilcox 2000: 128). Koloni *Nostoc* terlihat seperti *jelly* yang berwarna hijau muda, hijau tua, hingga kecokelatan dengan permukaan yang kasar atau halus (Vashishta 1999: 38).

Sel vegetatif *Nostoc* dapat berdiferensiasi menjadi sel heterokis. Sel heterokis adalah sel yang dapat berfungsi menambat nitrogen bebas dari udara (Kim & Lee 2006: 204). Sel heterokis merupakan sel yang berbeda secara morfologi dibandingkan dengan sel vegetatif. Sel heterokis memiliki ukuran sel yang lebih besar dan kandungan pigmen fikosianin dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan sel vegetatif (Vashishta 1999: 39). Oleh karena itu, bila diamati di bawah mikroskop, sel heterokis terlihat seperti sel kosong (Kumar 1985: 28). Sel heterokis dapat terletak di antara sel vegetatif (interkalar) atau pada bagian ujung filamen (terminal). Jumlah sel heterokis dalam satu filamen berkisar antara satu atau lebih (Vashishta 1999: 39). Apabila dibandingkan dengan sel vegetatif, sel heterokis juga memiliki polar nodul di kedua ujungnya (Kumar 1985: 28).

Selain menjadi sel heterokis, sel vegetatif juga dapat berdiferensiasi menjadi sel akinet. Sel akinet umumnya terbentuk pada saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan, seperti kekeringan. Sel akinet memiliki dinding sel yang lebih tebal dan berukuran lebih besar dibandingkan sel vegetatif. Sel akinet juga mengandung cadangan makanan dalam jumlah besar, terutama dalam bentuk *cyanophysin* (Vashishta 1999: 39--40).

Nostoc dapat bereproduksi melalui lima cara, yaitu pembentukan hormogonia, sel akinet, endospora, fragmentasi, dan pertunasan. Metode reproduksi yang paling umum dilakukan oleh *Nostoc* adalah pembentukan hormogonia. Hormogonia terbentuk dari filamen yang patah menjadi kumpulan filamen yang baru. Filamen yang patah tersebut disebut hormogon. Hormogon yang telah terpisah kemudian akan diselubungi oleh selaput lendir sehingga membentuk koloni *Nostoc* yang baru (Vashishta 1999: 40).

Nostoc dapat ditemukan pada ekosistem perairan dan daratan (Henson *dkk.* 2002: 161). Secara umum *Nostoc* dapat ditemukan di tanah alkalin dan bebatuan yang lembap (Bold and Wyne 1985: 60). *Nostoc* juga dapat ditemukan terutama pada daerah yang basah atau tergenang air, seperti tanah persawahan (Graham & Wilcox 2000:128). Hal tersebut disebabkan ekosistem tanah persawahan mendukung pertumbuhan *Nostoc* dengan ketersediaan cahaya matahari, air, suhu, dan nutrisi yang melimpah (Roger & Reynaud 1982: 150--153; Seumahu *dkk.* 1997: 67). Akan tetapi, tidak tertutup kemungkinan bahwa beberapa species *Nostoc*, seperti *N.commune*, dapat ditemukan pada tanah kering yang miskin unsur hara (Whitton 2000: 236). Hal tersebut karena *Nostoc* memiliki selaput lendir dan dapat membentuk sel akinet apabila lingkungan kurang menguntungkan (Vashishta 1999: 39).

Keberadaan *Nostoc* di tanah persawahan umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti intensitas cahaya, suhu udara, dan pH tanah (Whitton 2000: 234--245). Intensitas cahaya yang sesuai bagi pertumbuhan optimum *Nostoc* umumnya berkisar 35--50 kluks (Roger & Reynaud 1982: 149--150). Suhu udara yang sesuai bagi pertumbuhan optimum *Nostoc* pada tanah persawahan adalah antara 25°--35° C (Zhao *dkk.* 2007: 370). *Nostoc* umumnya hidup di tanah persawahan dengan kisaran pH antara 5--7 (Roger & Reynaud

1982: 152). Akan tetapi, beberapa jenis *Nostoc*, seperti *N. flagelliforme* di Cina, dapat hidup pada tanah persawahan dengan pH 8--9,5 (Gao & Zou 2001: 768).

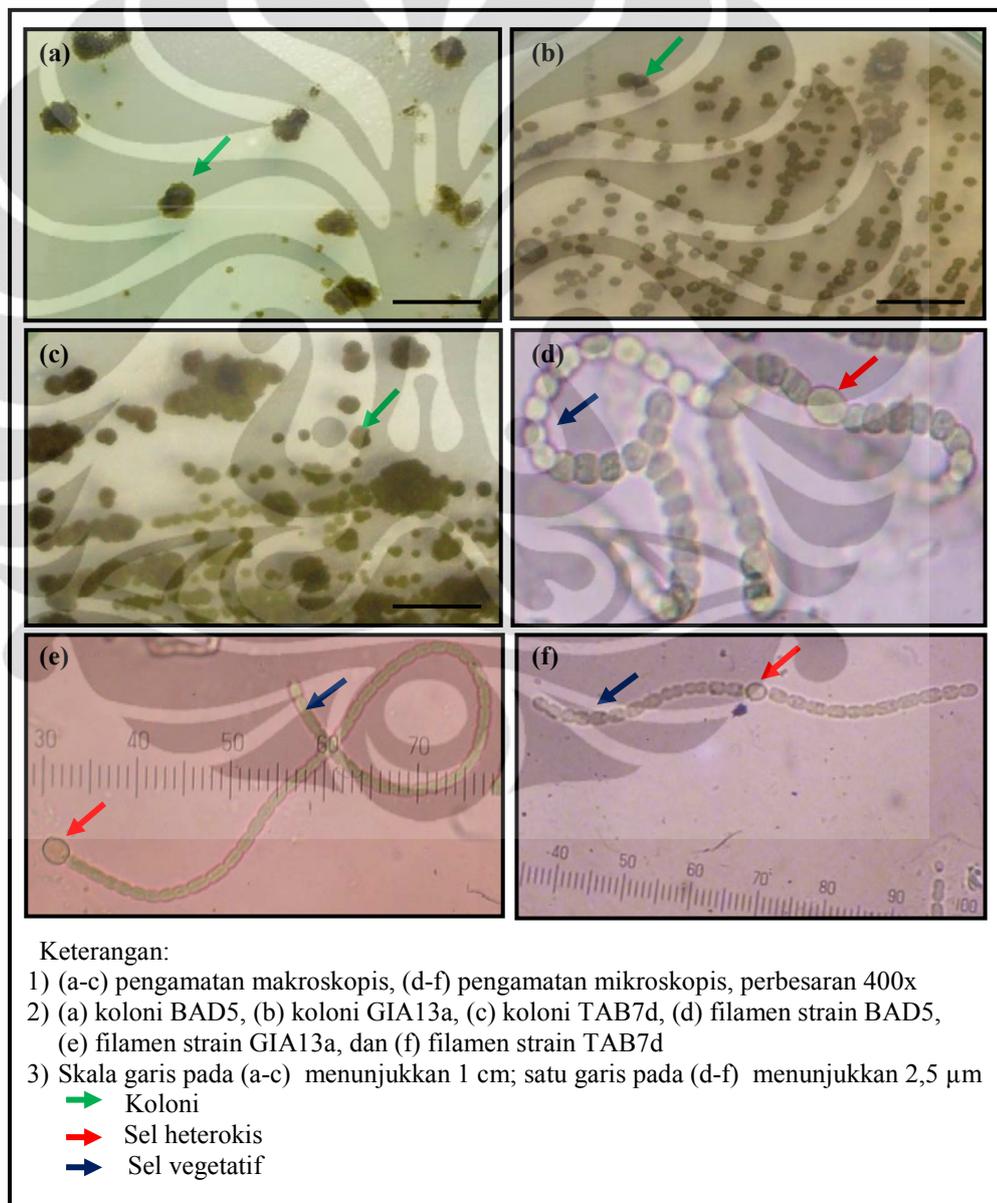
Kim & Lee (2006: 240) melaporkan bahwa keberadaan *Nostoc* pada tanah persawahan di Korea mencapai 90% lebih dari jumlah Cyanobacteria berheterokis yang diisolasi. Keberadaan *Nostoc* yang melimpah di tanah persawahan berhubungan dengan kemampuan *Nostoc* sebagai penambat nitrogen bebas dari udara (N_2) untuk tanaman padi (Whitton 2000: 233). *Nostoc* juga berperan penting dalam memelihara kesuburan tanah (Saadatnia & Riahi 2009: 207). *Nostoc* memelihara kesuburan tanah dengan cara memperbesar pori-pori tanah dengan struktur filamennya (Roger & Reynaud 1982: 156).

Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa beberapa spesies *Nostoc*, seperti *N. commune*, berpotensi sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) pada tanah persawahan (Vaishampayan *dkk.* 2001: 457; Nilsson *dkk.* 2002: 518). Menurut Simanungkalit *dkk.* (2006: 2), pupuk hayati adalah kelompok mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai penyedia unsur hara dalam tanah. Mikroorganisme tanah yang telah mati akan menjadi bahan-bahan organik dalam tanah dan selanjutnya dapat digunakan penyubur tanah (Simanungkalit 2001: 56).

Penelitian mengenai keberadaan *Nostoc* di tanah persawahan Indonesia telah dilakukan oleh Yuliana (2009: 1--91). Penelitian tersebut mengidentifikasi morfologi dan molekuler lima belas strain *Nostoc* yang berasal dari tanah persawahan daerah Jawa, Bali, Sulawesi, dan Makasar. Tiga strain tersebut di antaranya BAD5, GIA13a, dan TAB7d. Berdasarkan hasil identifikasi molekuler dengan sekuen parsial gen 16rRNA menggunakan 380--510 pb, diketahui bahwa strain BAD5 sebagai *Nostoc*, strain GIA13a sebagai *Anabaena* sp., dan strain TAB7d sebagai *Tolypothrix* (Yuliana 2009: 45; 51; 55). Penelitian lanjutan mengenai identifikasi molekuler terhadap strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d dengan sekuen yang lebih lengkap (700 pb) juga telah dilakukan. Hasil penelitian lanjutan menunjukkan bahwa ketiga strain merupakan anggota dari genus *Nostoc* (Hendrayanti, komunikasi pribadi).

Pengamatan strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d telah dilakukan, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Ketiga strain tersebut diinkubasi selama 21 hari pada medium padat BG 11 bebas unsur nitrogen. Hasil

pengamatan makroskopis terhadap ketiga strain *Nostoc* tersebut menunjukkan bahwa ketiga strain memiliki warna dan bentuk koloni, serta pola pertumbuhan yang sama. Warna dan bentuk koloni dari ketiga strain tersebut adalah hijau zaitun dengan bentuk koloni bulat, sedangkan pola pertumbuhan dari ketiga strain tersebut adalah menggunung. Hasil pengamatan makroskopis terhadap ketiga strain sesuai dengan hasil deskripsi Sinaga (2009: 16--17) dan Yuliana (2009: 86). Panduan untuk menentukan warna koloni ketiga strain tersebut dengan menggunakan Faber Castell Polychromus No.9216 (Lampiran 1).



Gambar 2.1. Pengamatan makroskopis dan mikroskopis strain *Nostoc*
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Gambar morfologi makroskopis dan mikroskopis *Nostoc* strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d dapat dilihat pada Gambar 2.1. Berdasarkan pengamatan mikroskopis, strain *Nostoc* BAD5 menunjukkan bentuk filamen lurus dan tidak bercabang, sel vegetatif berbentuk silindris dan sel heterokis berbentuk bulat hingga oval. Sel heterokis terletak pada bagian terminal filamen. Selain itu, sel akinet yang ditemukan selama pengamatan mikroskopis berbentuk silindris. Hasil pengamatan tersebut sesuai dengan hasil deksripsi Yuliana (2009: 46).

Hasil pengamatan mikroskopis strain *Nostoc* GIA13a dan TAB7d menunjukkan bahwa kedua strain memiliki filamen berbentuk lurus dan tidak bercabang. Strain GIA13a memiliki sel vegetatif berbentuk oval hingga persegi dan sel heterokis berbentuk oval. Sel heterokis strain GIA13a terletak pada bagian terminal atau interkalar filamen. Sementara itu, sel vegetatif pada strain TAB7d berbentuk bulat hingga oval dan sel heterokis berbentuk oval. Sel heterokis strain TAB7d terletak pada bagian terminal atau interkalar filamen. Hasil pengamatan mikroskopik terhadap strain GIA13a dan TAB7d belum menunjukkan adanya sel akinet. Hasil pengamatan mikroskopis kedua strain tersebut juga sesuai dengan hasil pengamatan yang dideskripsikan oleh Yuliana (2009: 52; 56).

2.2 Padi (*Oryza sativa* L.)

Padi merupakan tanaman yang termasuk ke dalam famili Poaceae dan genus *Oryza*. Secara umum tanaman padi berdasarkan tempat tumbuhnya dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu padi gogo dan padi sawah. Padi gogo umumnya tumbuh di lahan kering, sedangkan padi sawah umumnya tumbuh di lahan yang basah atau tergenang air (Hanum 2008: 144).

Padi merupakan salah satu jenis tanaman anual yang memiliki tinggi antara 1--2 m (Chang *dkk.* 1965: 6). Organ tanaman padi terdiri atas dua bagian, yaitu organ vegetatif dan generatif (Gambar 2.3). Organ vegetatif meliputi akar, batang, dan daun; sedangkan organ generatif meliputi bunga dan buah. Padi memiliki akar serabut, batang beruas-ruas, dan daun bertulang sejajar. Kumpulan beberapa batang padi disebut rumpun. Daun tanaman padi terdiri atas upih dan

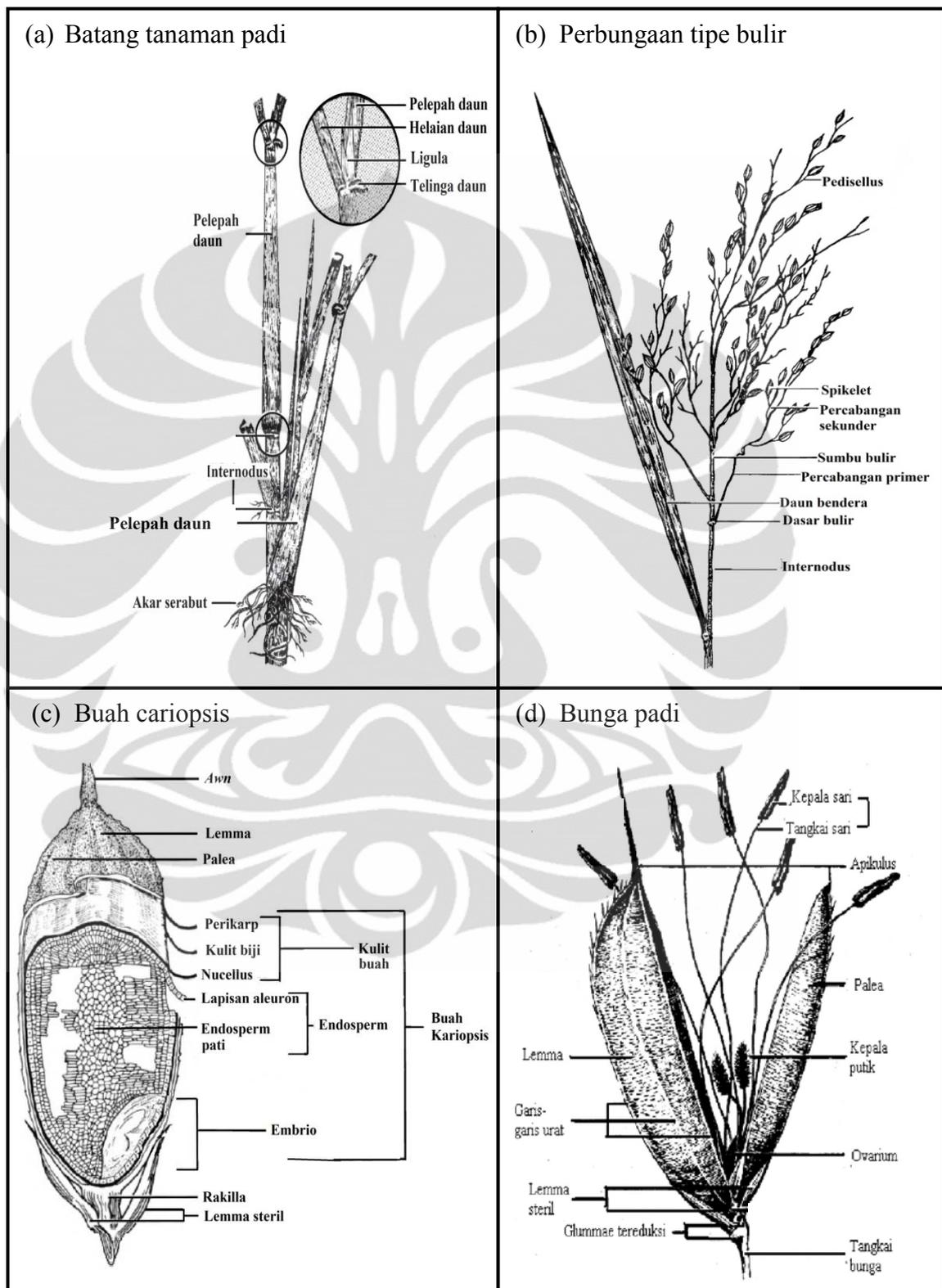
helaian daun. Selain itu, padi juga memiliki ligula yang terletak antara upih dan helaian daun. Susunan perbungaan tanaman padi disebut bulir dengan panjang bulir antara 15--40 cm (De Datta 1981: 148--152). Bulir padi terdiri atas 1--4 percabangan. Masing-masing cabang kemudian akan menghasilkan buah padi (cariopsis) (Chang *dkk.* 1965: 11).

Padi umumnya memerlukan penyinaran penuh tanpa naungan (Rahayu 2006: 2), dengan intensitas penyinaran berkisar antara 32.300--86.100 luks (Griffiths 1994: 199). Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman padi adalah berkisar antara 18°--40° C (De Datta 1981: 26). Padi dapat tumbuh optimum pada kisaran pH tanah antara 4--7 (Soedyanto *dkk.* 1984: 33; Purwono & Purnamawati 2007: 8). Curah hujan rata-rata yang baik untuk pertumbuhan padi adalah 200 mm/bulan atau sekitar 1500--2000 mm/tahun. Padi dapat tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian antara 0--650 m di atas permukaan laut (dpl) dan di dataran tinggi dengan ketinggian antara 650--1500 dpl (Hanum 2008: 157).

Tanaman padi umumnya memiliki pola pertumbuhan yang terdiri atas dua fase, yaitu fase vegetatif dan fase generatif (De Datta 1981: 163). Fase pertumbuhan vegetatif dimulai dari perkecambahan sampai pertumbuhan anakan maksimum. Fase pertumbuhan generatif dimulai dari pembentukan bulir, pembungaan, pengisian buah, sampai pematangan buah. Setiap fase pertumbuhan padi memiliki waktu yang berbeda-beda. Secara umum waktu pertumbuhan dalam fase vegetatif berlangsung selama 60 hari dan fase generatif berlangsung selama 60 hari (Hanum 2008: 150--151).

Secara umum, terdapat tiga jenis metode penanaman padi di Indonesia, yaitu metode konvensional, metode PTT (Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu), dan metode SRI (Sistem Intensifikasi Padi) (Pirngadi 2009: 49 & 51). Metode konvensional umumnya ditandai dengan penggunaan pupuk dan peptisida yang berlebihan tanpa pengolahan air dan tanah yang baik (Las *dkk.* 2006: 108). Metode PTT merupakan suatu metode penanaman padi yang mengutamakan pengelolaan tanaman, tanah, air, unsur hara dan pengendalian hama secara terpadu (Pirngadi 2009: 48). Metode SRI adalah metode penanaman padi yang mengutamakan perakaran dan pengelolaan tanaman, tanah, air, unsur

hara dengan tidak merekomendasikan penggunaan pupuk kimia (Anugrah *dkk.* 2008: 83 & 89).



Gambar 2.2. Morfologi tanaman padi
[Sumber: Modifikasi De Datta 1981: 147--149.]

Tabel 2.1. Beberapa perbedaan metode penanaman padi SRI dengan metode konvensional dan metode PTT

No.	Perbedaan	Metode Penanaman Padi		
		Konvensional	PTT	SRI
1.	Jenis pupuk	Pupuk organik dan pupuk anorganik	Pupuk anorganik dan pupuk organik	Pupuk organik
2.	Persemaian	Persemaian basah	Persemaian basah dengan penambahan kompos, sekam, dan pupuk	Persemaian kering
3.	Waktu penanaman bibit	20--30 hari setelah semai	10--21 hari setelah semai	7--14 hari setelah semai
4.	Jumlah bibit per lubang	5--8 bibit	1--3 bibit	1 bibit
5.	Jarak tanam	Tidak teratur	20 cm x 20 cm atau lebih lebar	25 cm x 25 cm atau lebih
6.	Pengairan	Tanah terus digenangi air	Perairan dilakukan dengan sistem irigasi berselang	Kondisi tanah lembap dengan sistem irigasi berselang
7.	Penyiangan dari hama atau gulma	Menggunakan herbisida	Menggunakan tenaga manusia atau alat bantu	Menggunakan alat bantu atau herbisida
8.	Hasil panen	2 ton/ ha GKG	5--8,5 ton/ ha GKG	6,9--8,5 ton/ ha GKG

[Sumber: Mutakin 2010: 3.]

Salah satu metode penanaman padi yang umumnya diterapkan di Indonesia pada saat ini adalah metode SRI (Hanum 2008: 160). Metode SRI pertama kali diperkenalkan oleh Fr. Henri de Laulanie dan telah terbukti berhasil meningkatkan produktivitas padi di Madagaskar sebesar 2 ton/ha sampai 8 ton/ha atau lebih (Rabenandrasana 2002: 10). Beberapa komponen penting dalam penerapan metode SRI meliputi penggunaan dan penanaman bibit muda, penanaman satu bibit per lubang, pengaturan jarak tanam yang lebar, pengaturan kondisi tanah yang lembap tetapi tidak tergenang air (irigasi berselang), pemakaian pupuk organik, dan penyiangan gulma secara mekanis (Anugrah *dkk.* 2008: 79--80).

Komponen lain yang penting dalam pengembangan metode SRI adalah penggunaan varietas padi yang unggul (Pirngadi 2009: 55). Salah satu varietas unggul padi yang saat ini dikembangkan di beberapa daerah seperti Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Sulawesi adalah padi varietas Ciherang (Tabel 2.2). Ciherang merupakan salah satu varietas unggul yang disebarluaskan pada tahun 2000 (BBPTP 2009: 15). Hasil produksi panen yang tinggi dan mutu beras yang baik membuat Ciherang lebih disukai oleh para petani dan konsumen di beberapa daerah, terutama di Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Utara, dan Sumatera Selatan (Puslitbangtan 2009: 6--7).

Tabel 2.2. Beberapa deskripsi varietas padi Ciherang

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Umur tanaman	115--125 hari
2.	Tinggi tanaman	107--115 cm
3.	Rata-rata hasil panen	600 g/ m ²
4.	Bentuk gabah	Panjang ramping
5.	Warna gabah	Kuning bersih
6.	Tekstur nasi	Pulen

[Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi 2009: 15.]

2.3 Penambatan Nitrogen Bebas dari Udara (N₂) oleh Cyanobacteria di Tanah Persawahan

Cyanobacteria lebih banyak ditemukan pada tanah persawahan (Vaishampayan *dkk.* 2001: 456). Hal tersebut karena Cyanobacteria diketahui memiliki peranan penting sebagai penambat nitrogen bebas dari udara (N₂) pada tanah persawahan (Roger & Reynaud 1982: 147; Gantar *dkk.* 1995: 337). Cyanobacteria juga berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan serta hasil produksi padi di tanah persawahan (Saraswati & Sumarno 2008: 46). Menurut Vashishta (1999: 38), beberapa spesies Cyanobacteria, seperti

N. punctiforme dan *N. microscopicum* dapat mempertahankan kesuburan tanah persawahan.

Penambatan nitrogen bebas oleh Cyanobacteria terjadi di dalam sel heterokis dengan bantuan enzim nitrogenase (Peters 1978: 580). Enzim nitrogenase mengandung dua molekul protein, yaitu satu molekul protein besi (protein Fe) dan satu molekul protein molibden-besi (protein Mo-Fe). Protein Fe disebut juga dengan dinitrogenase reduktase, sedangkan protein Mo-Fe disebut juga dengan dinitrogenase (Fay 1992: 342). Aktivitas enzim nitrogenase di dalam sel heterokis akan dipengaruhi oleh kedua molekul protein tersebut. Selain itu, aktivitas enzim nitrogenase juga akan dipengaruhi oleh gen *nif* (gen *nitrogen fixation*) (Vaishampayan *dkk.* 2001: 459).

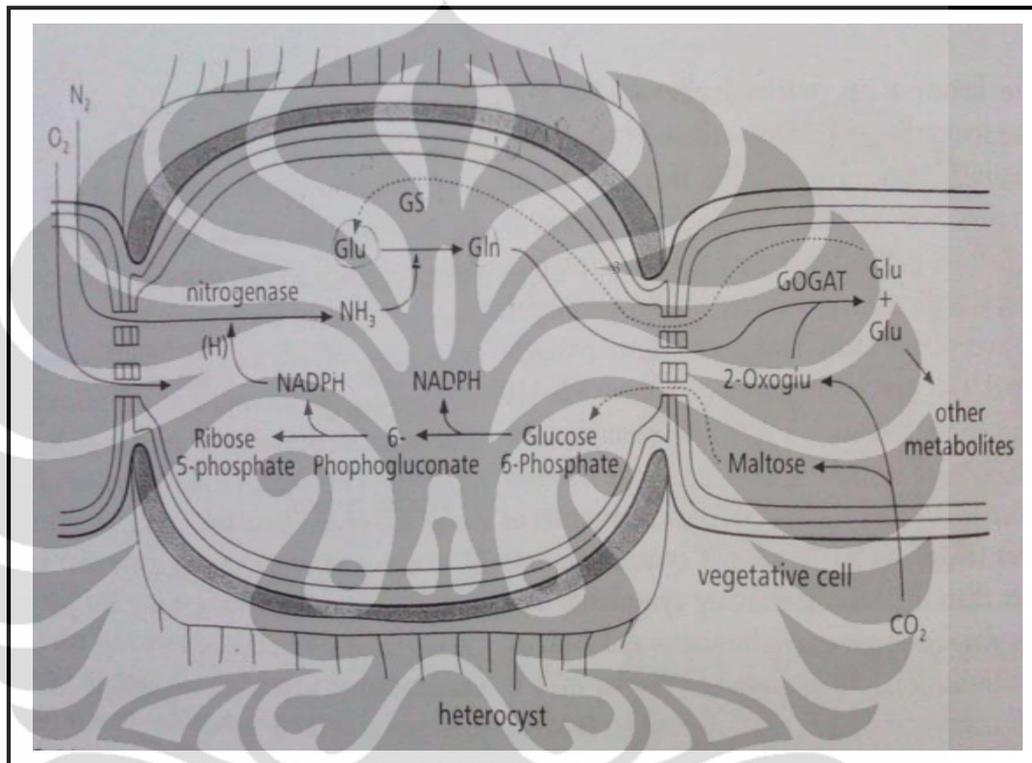
Dua molekul amonia (NH₃) dihasilkan dari satu molekul nitrogen bebas dari udara (N₂) dengan menggunakan 16 molekul ATP, elektron, dan proton (ion hidrogen). Penambatan nitrogen bebas dimulai ketika N₂ masuk ke dalam sel heterokis secara difusi dan terikat pada enzim nitrogenase, kemudian protein Fe mula-mula direduksi oleh elektron yang diberikan oleh feredoksin. Kemudian protein Fe reduksi akan mengikat ATP dan mereduksi protein Mo-Fe sehingga menghasilkan ikatan NH=NH (*diimide*). Selanjutnya ikatan NH=NH akan direduksi menjadi ikatan H₂N-NH₂ (*hydrazine*) kemudian direduksi lagi menjadi amonia (NH₃) (Simanungkalit *dkk.* 2006: 125; Howard 1996: 2965). Mekanisme penambatan nitrogen bebas dari udara dapat dilihat melalui persamaan berikut.



Gambar 2.3. Reaksi kimia penambatan nitrogen bebas dari udara
[Sumber: Taiz & Zeiger 2002: 334; Simanungkalit *dkk.* 2006: 125.]

Amonia, hasil penambatan nitrogen bebas, kemudian akan bereaksi dengan glutamat membentuk glutamin di dalam sel heterokis (Seumahu *dkk.* 1997: 67; Saraswati & Sumarno 2008: 42). Hal tersebut terjadi dengan bantuan enzim GS (*Glutamine Synthetase*). Glutamin di dalam sel heterokis selanjutnya akan ditransportasikan ke sel-sel vegetatif Cyanobacteria melalui polar nodul (Goodwin & Mercer 1983: 333; Sze 1993: 24). Glutamin tersebut kemudian akan

bereaksi dengan *2-oxoglutarate* membentuk dua molekul glutamat di dalam sel vegetatif Cyanobacteria. Hal tersebut terjadi dengan bantuan enzim GOGAT (*Glutamate Synthase*). Dua molekul glutamat yang dihasilkan kemudian akan digunakan untuk metabolisme sel Cyanobacteria di dalam sel vegetatif Cyanobacteria (Gambar 2.5) (Taiz & Zeiger 2002: 329)



Gambar 2.4. Proses penambatan nitrogen bebas dari udara oleh sel heterokis
[Sumber: Graham & Wilcox 2000: 116.]

Apabila terdapat sisa amonia yang tidak digunakan oleh Cyanobacteria, maka amonia tersebut akan dikeluarkan oleh Cyanobacteria ke lingkungan tanah (Irisarri 2006: 419). Amonia tersebut kemudian akan terhidrolisis menjadi ion amonium (NH_4^+) di dalam tanah dan dapat diserap secara difusi oleh akar tanaman padi (Mishra & Pabbi 2004: 6). Ion amonium selanjutnya menuju sitoplasma dan plastida akar. Ion amonium yang berada di sitoplasma dan plastida akar kemudian akan diubah menjadi glutamin dengan bantuan enzim GS (*Glutamine Synthetase*). Glutamin kemudian akan bereaksi dengan *2-oxoglutarate* membentuk dua molekul glutamat. Hal tersebut terjadi dengan bantuan enzim GOGAT (*Glutamate Synthase*). Dua molekul glutamat yang

dihasilkan kemudian akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen sehingga dapat digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel akar tanaman (Taiz & Zeiger 2002: 328).

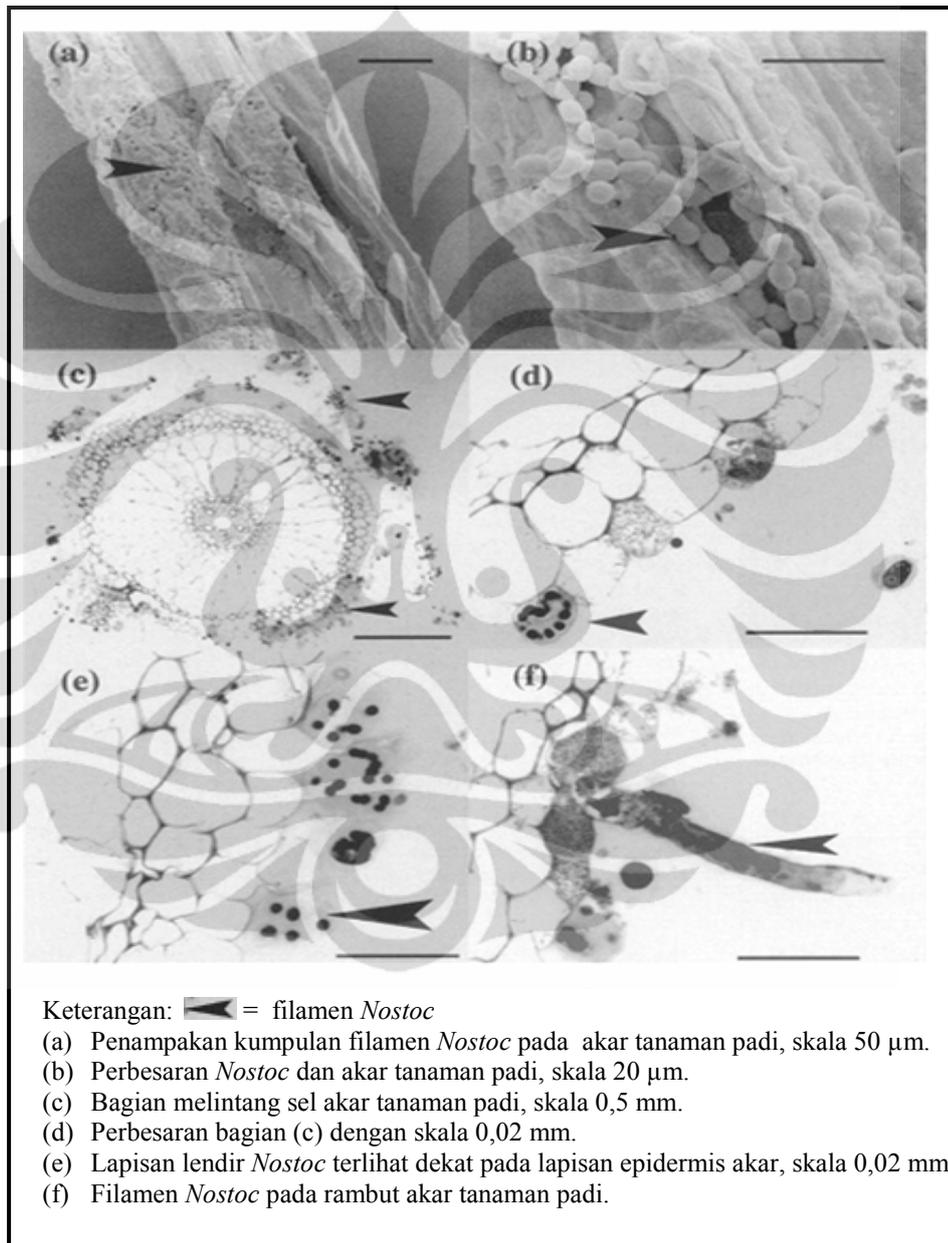
Pembentukan glutamat dari ion amonium (NH_4^+) juga dapat terjadi pada kloroplas daun. Ion amonium dari akar akan ditransportasikan ke kloroplas daun melalui xilem. Ion amonium yang berada di kloroplas daun kemudian akan diubah menjadi glutamin dengan bantuan enzim GS (*Glutamine Synthetase*). Glutamin kemudian akan bereaksi dengan *2-oxoglutarate* membentuk molekul glutamat dengan bantuan enzim GOGAT (*Glutamate Synthase*) (Taiz & Zeiger 2002: 264). Glutamat kemudian ditranspor dari stroma ke sitoplasma sel mesofil daun (Taiz & Zeiger 2002: 265).

Glutamat dapat diubah menjadi asam amino lain, seperti aspartat melalui proses transaminasi. Proses transaminasi terjadi dengan bantuan enzim aminotransferase. Asam amino yang dihasilkan dari transaminasi di antaranya asam amino glutamat, aspartat, alanin, serin, dan glisin (Taiz & Zeiger 2002: 265). Asam amino dan amida kemudian ditranspor dari mesofil daun ke akar melalui floem. Hasil asimilasi asam amino dan amida juga ditranslokasi ke batang, daun, dan buah tanaman (Gardner *dkk.* 1991: 76; 80--83). Hasil asimilasi asam amino dan amida selanjutnya akan digunakan untuk proses metabolisme pada masing-masing jaringan (Salisbury & Ross 1992b: 124).

Penelitian mengenai keberadaan Cyanobacteria, yaitu strain *Nostoc*, pada sel akar tanaman padi telah dilaporkan oleh Nilsson *dkk.* (2002: 517--525). Metode penelitian tersebut dilakukan dengan cara membuat sayatan sel akar tanaman padi *in vitro* kemudian diamati dengan teknik SEM (*Scanning Electron Micrograph*). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kumpulan filamen *Nostoc* dapat ditemukan pada sel akar tanaman padi. Kumpulan filamen *Nostoc* tersebut terlihat mengelilingi lapisan sel epidermis akar (Gambar 2.5).

Besarnya peranan Cyanobacteria dalam memenuhi kebutuhan nitrogen pada tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu jumlah biomassa Cyanobacteria, laju penambatan nitrogen bebas, besarnya kandungan nitrogen yang terdapat dalam tanah, dan besarnya hasil penambatan nitrogen yang dilepaskan dan dapat digunakan oleh tanaman (Whitton & Roger 1989: 2).

Menurut Simanungkalit *dkk.* (2006: 116), besarnya hasil penambatan nitrogen bebas yang disumbangkan oleh bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas tidak terlalu tinggi. Hal tersebut karena nitrogen yang berhasil ditambat berada di luar jaringan tanaman, sehingga ada kemungkinan hasil penambatan nitrogen bebas tersebut akan hilang sebelum diserap oleh tanaman.



Gambar 2.5. Pengamatan mikroskopis *Nostoc* pada akar tanaman padi
 [Sumber: Modifikasi Nilsson *dkk.* 2002: 522.]

Beberapa penelitian mengenai pengaruh pemberian Cyanobacteria pada tanaman padi telah dilakukan di berbagai negara, seperti Chili (Pereira *dkk.* 2009: 135--144), Iran (Saadatnia & Riahi 2009: 207--212), India (Banerjee *dkk.* 1997: 595--596; Mishra & Pabbi 2004: 6--10), dan Nepal (Gurung & Prasad 2005: 85--89). Penelitian-penelitian tersebut dilakukan baik pada skala kecil maupun besar. Skala kecil dalam penelitian dilakukan dalam pot-pot tanaman, sedangkan skala besar dilakukan di tanah persawahan. Secara umum, hasil dari seluruh penelitian tersebut melaporkan bahwa pemberian Cyanobacteria dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, baik pada pertumbuhan vegetatif maupun pertumbuhan generatif.

Penelitian berskala kecil mengenai peranan *Anabaena* sebagai penambat nitrogen bebas telah dilakukan di Iran. Kadar *Anabaena* yang diberikan dalam penelitian tersebut adalah 1 g berat kering dengan pemberian satu minggu sebelum dan setelah penanaman padi. Hasil penelitian tersebut, dengan uji t ($\alpha = 0,05$), menunjukkan bahwa pemberian *mixculture Anabaena* (*A. spiroides*, *A. variabilis*, *A. torulosa* dan *A. osillarioides*) dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan panjang akar tanaman padi sebesar 53% dan 66% dibandingkan kontrol. Pemberian *mixculture Anabaena* juga meningkatkan berat basah tanaman dan berat kering tanaman padi sebesar 69% dan 137,5% dibandingkan dengan kontrol (Saadatnia & Riahi 2009: 210).

Peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman padi yang diberikan Cyanobacteria juga dilaporkan oleh Banerjee *dkk.* (1997: 595--596). Cyanobacteria yang diinokulasikan dalam penelitian Banerjee *dkk.* adalah *Anabaena flos aquae* dan *Aulosira fertilissima*. Hasil uji koefisien korelasi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian *Anabaena flos aquae* dan *Aulosira fertilissima* dapat meningkatkan tinggi tanaman padi masing-masing sebesar 46% dan 18% dibandingkan kontrol. Pemberian *Anabaena flos aquae* dan *Aulosira fertilissima*, dengan kadar 10 g berat basah, juga meningkatkan panjang akar tanaman masing-masing sebesar 150% dan 50% dibandingkan kontrol.

Pemanfaatan Cyanobacteria sebagai penambat nitrogen bebas dari udara tidak hanya berpengaruh positif terhadap rata-rata peningkatan pertumbuhan vegetatif padi, tetapi juga berpengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan

generatif padi. Penelitian tersebut dilaporkan oleh Mishra & Pabbi (2004: 6--10) dan Gurung & Prasad (2005: 85--89). Kedua penelitian tersebut menggunakan *mixculture* Cyanobacteria, yaitu isolat *Anabaena*, *Nostoc*, *Aulosira* dan *Tolypothrix*. Hasil uji t ($\alpha = 0,05$) dari kedua penelitian tersebut menunjukkan terjadi peningkatan produksi padi dibandingkan kontrol pada lahan persawahan. Presentase peningkatan yang terjadi berkisar 12--20% (Mishra & Pabbi 2004: 9) dan 10--20% (Gurung & Prasad 2005: 88).

Pemberian berbagai jenis Cyanobacteria pada tanaman padi juga dapat dilakukan dengan cara menambahkan pupuk urea. Hal tersebut telah dilaporkan oleh Pereira *dkk.* (2009: 135--144). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *mixculture* isolat *Anabaena iyengarii* var. *tenuis*, *Nostoc commune*, *N. linckia* dan *Nostoc* sp.1 dengan 50% pupuk urea menghasilkan panen padi yang lebih besar (7,43 ton/ ha), dibandingkan hasil panen padi dengan pemberian 100% pupuk urea (7,27 ton/ ha).

Penelitian mengenai pengaruh pemberian Cyanobacteria di Indonesia terhadap pertumbuhan padi diketahui sejauh ini pernah dilakukan oleh Rahayu (1996: 1--52) di Bogor. Penelitian tersebut menggunakan produk MICROP-BG dalam bentuk bubuk yang berasal dari Soil Technologies Crop, Kanada. Menurut Pereira *dkk.* (2009: 136), produk MICROP-BG tersebut terdiri atas *Tolypothrix tenuis* (dalam jumlah yang sedikit), diatom dan pasir (dalam jumlah yang banyak). Kadar produk yang diberikan adalah sebesar $3,5 \times 10^{-4}$ g/pot. Pemberian pupuk fosfor (0,625 g/pot) dan kalium (0,5 g/pot) juga dilakukan dalam penelitian tersebut.

Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) pada penelitian Rahayu (1996: 22) menunjukkan tinggi tanaman perlakuan pada 70 hst (100,7 cm) tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol (98,58 cm). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) terhadap jumlah bulir padi perlakuan (16,67 bulir) menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata dengan jumlah bulir perlakuan kontrol (14,92 bulir) (Rahayu 1996: 29). Selain itu, hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) terhadap berat kering tanaman perlakuan (36,78 g/ pot) juga menunjukkan tidak berbeda nyata dengan kontrol (32,98 g/pot) (Rahayu 1996: 39). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) secara nyata menurunkan persentase buah kosong (28,55%) dibandingkan kontrol (40,69%).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Taksonomi dan Fisiologi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA UI, Depok. Proses penanaman dan pemeliharaan padi dilakukan di Rumah Kaca FMIPA UI, Depok selama lima bulan mulai Juni hingga Oktober 2010.

3.2 Alat

Penelitian ini menggunakan peralatan yang biasa digunakan dalam pembuatan medium, perbanyakan koloni *Nostoc*, persiapan media tanam, penanaman padi, pengamatan strain *Nostoc*, dan pengamatan faktor lingkungan. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan medium dan perbanyakan koloni *Nostoc* adalah botol medium 1000 ml [Iwaki Pyrex], labu erlenmeyer 500 dan 1000 ml [Iwaki Pyrex], cawan petri berdiameter 10 cm [Iwaki Pyrex dan CMSI], timbangan analitik [Ohaus dan Precisa], *hot-plate magnetic stirrer* [Fisher Thermix], *magnetic steerer*, pipet tetes, pipet volumetrik 1 ml [Iwaki Pyrex], spatula, batang pengaduk, jarum tanam bulat (ose), pembakar spiritus, korek api, autoklaf [Hirayama], oven [Heraeus], mikroskop cahaya [Nikon SE Tipe 201], dan mikroskop stereo [Carton].

Peralatan yang digunakan dalam persiapan media tanam dan penanaman padi adalah gelas ukur 100 ml [Kimax], baki plastik [Lion Star], pot plastik tanaman berdiameter 25 cm dan tinggi 30 cm [AJP], spidol [Snowman], kantung plastik (29,5x15 cm) [Bell], ember plastik berdiameter 50 cm [Kirammas dan Lion Star], sekop, pengaduk kayu, selang air, meteran sepanjang 5 m [Texas], gunting, label tempel [Tom&Jerry], kamera digital [Mpix Semo S8 8,1 Mega Pixel]. Peralatan yang digunakan dalam pengamatan strain *Nostoc* pada permukaan pot tanaman dan pengamatan faktor lingkungan adalah tabung reaksi berdiameter 1,5 cm [Iwaki Pyrex], pipet tetes, gelas objek (25,4x76,2 mm) [Ground Edges], kaca

penutup (18x18 mm) [Matsunami], luxmeter digital [Lutron Tipe LM-81LX], higrometer [Haar-Synth-Hygro], termometer ruang [Mingle], dan termometer cair.

3.3 Bahan

3.3.1 Medium dan Bahan Kimia

Medium yang digunakan untuk pertumbuhan dan perbanyakan koloni *Nostoc* adalah medium padat BG (*Blue Green*) 11 bebas unsur nitrogen. Bahan-bahan kimia dari Merck yang digunakan dalam pembuatan medium BG 11 bebas unsur nitrogen adalah $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, asam sitrat, ferri amonium sitrat, EDTA, $NaCO_3$, H_3BO_3 , $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (Tabel 3.1). Bahan kimia lain yang digunakan dalam penelitian adalah agar, akuades, alkohol 70%, larutan NAOH 1 M, dan formalin 40%.

Tabel 3.1. Komposisi bahan kimia medium BG 11 bebas unsur nitrogen

No.	Bahan Kimia	Kadar (g/l)
1.	$K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$	0,04
2.	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,075
3.	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0,036
4.	Asam sitrat	0,006
5.	Ferri amonium sitrat	0,006
6.	EDTA	0,001
7.	$NaCO_3$	0,02
8.	A5 solution yang terdiri dari:	1 ml
	H_3BO_3	0,286
	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	0,181
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,022
	$NaMoO_4 \cdot 2H_2O$	0,039
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,0079
	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	0,00494
9.	Agar	20

Keterangan: pH medium 7,2

[Sumber: Kim & Lee 2005: 241.]

3.3.2 Bahan Habis Pakai

Bahan habis pakai yang digunakan dalam penelitian adalah *aluminium foil* [Klin Park], kertas indikator pH dengan skala 5,2--7,2 [Merck], tisu, parafilm [Pechiney], kertas pembungkus, pupuk SP36 [PT. Petrokimia], pupuk KCl [Paramon], plastik, dan tanah kebun.

3.3.3 Bibit Padi dan Strain *Nostoc*

Bibit padi yang digunakan dalam penelitian adalah bibit padi beras putih varietas Ciherang yang berasal dari Balai Besar Litbang Biogen (BB-BIOGEN), Bogor. Sementara itu, strain *Nostoc* yang digunakan dalam penelitian adalah tiga strain koleksi Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA UI, Depok. Ketiga strain *Nostoc* tersebut, yaitu BAD5, GIA13a dan TAB7d. Strain BAD5 berasal dari daerah Baduy, Jawa Barat, sedangkan strain GIA13a dan TAB7d berasal dari Kabupaten Gianyar dan Tabanan, Bali.

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan pada alat-alat gelas seperti cawan petri, botol medium, tabung erlenmeyer, pipet, spatula, tabung reaksi, pipet pasteur, dan pipet volumetrik yang akan digunakan pada pembuatan medium dan perbanyakan isolat. Peralatan gelas dibungkus dengan kertas pembungkus. Bagian pangkal lubang pipet pasteur dan pipet volumetrik ditutup dengan kapas kemudian dibungkus dengan kertas. Bagian mulut botol medium dan tabung erlenmeyer ditutup dengan *aluminium foil* dan dibungkus dengan kertas. Selanjutnya semua peralatan dimasukkan ke dalam oven untuk disterilisasi pada suhu 110° C selama 2 jam.

3.4.2 Pembuatan Medium Padat BG 11 Bebas Unsur Nitrogen

Pembuatan medium padat BG 11 bebas unsur nitrogen dilakukan berdasarkan Kim & Lee (2006: 241). Pembuatan medium tersebut diawali dengan menyiapkan bahan-bahan kimia yang diperlukan sesuai Tabel 3.1 (Hal.20) terlebih dahulu. Bahan-bahan tersebut kemudian ditimbang diatas aluminium foil dengan timbangan analitik sesuai kadar dalam tabel. Semua bahan kimia kemudian dilarutkan dalam akuades hingga volume akhir 1000 ml. Selanjutnya pH medium disetimbangkan pada skala 7,2 dengan penambahan 10 tetes NaOH 1 M. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan kertas indikator pH skala 5,2--7,4.

Medium kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* hingga homogen dan dipanaskan hingga mendidih di atas *hot-plate magnetic stirrer*. Sebanyak 20 gr agar selanjutnya dimasukkan ke dalam medium (Watanabe 2005: 19). Medium kemudian disterilisasi dengan autoklaf pada tekanan 2 atm dengan suhu 121° C selama 15 menit. Selanjutnya, medium dituang ke cawan petri secara aseptis dengan volume 30 ml untuk masing-masing cawan. Medium dalam cawan petri kemudian dibiarkan mengeras (Hoshaw & Rosowski 1979: 58). Penuangan medium dilakukan dalam *transfer box*. Setelah medium mengeras, cawan petri kemudian dimasukkan ke dalam plastik dengan keadaan terbalik.

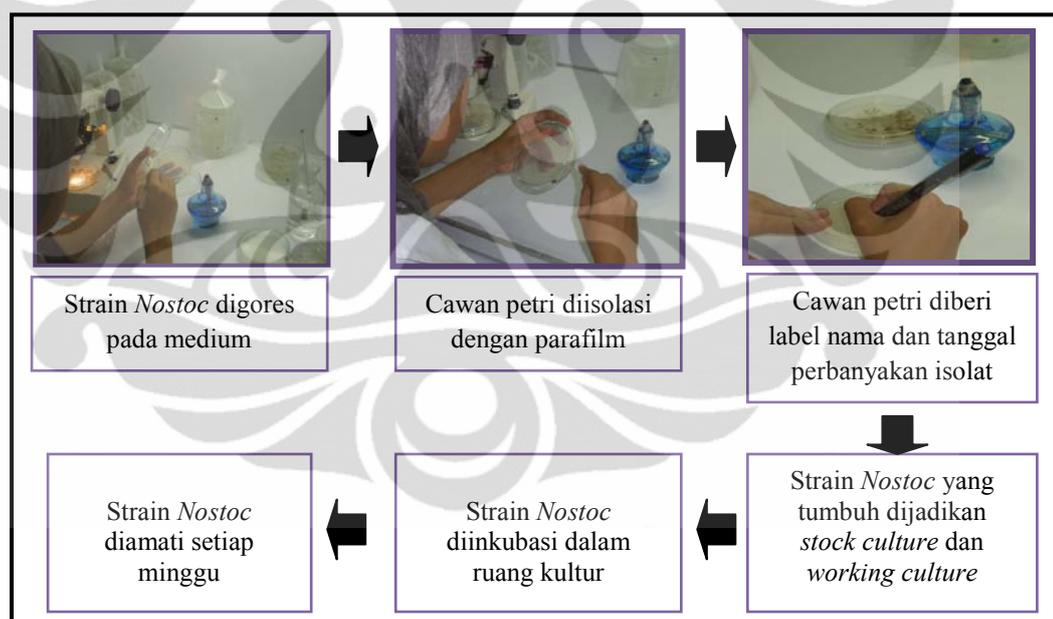
3.4.3 Pemurnian dan Perbanyakan Jumlah Koloni *Nostoc*

Pemurnian koloni *Nostoc* dilakukan dengan metode menggores (*streak*). Satu koloni diambil dengan menggunakan jarum tanam bulat (*ose*). Koloni yang diambil memiliki diameter 0,3--0,4 cm. Koloni tersebut selanjutnya digoreskan pada permukaan medium agar BG 11 bebas unsur nitrogen. Sebelum menggores, jarum tanam bulat dibakar terlebih dahulu di atas pembakar spirtus, kemudian didinginkan sebelum menyentuh biakan. Pemurnian strain dilakukan sebanyak tiga kali hingga didapatkan koloni *Nostoc* yang bebas dari kontaminasi. Koloni yang tumbuh dalam cawan petri akan dijadikan *stock culture* dalam perbanyakan jumlah koloni.

Perbanyakan jumlah koloni dilakukan dengan cara menginokulasikan

strain *Nostoc* dari *stock culture* ke dalam cawan petri (satu koloni untuk satu cawan petri) yang telah berisi medium agar BG 11 bebas unsur nitrogen. Koloni dalam cawan petri kemudian digores ke seluruh permukaan medium dengan menggunakan jarum tanam bulat (Lorenz *dkk.* 2005: 147). Cawan petri kemudian ditutup dan diberi label nama dan tanggal perbanyakan koloni dengan spidol. Sekeliling cawan petri selanjutnya diisolasi dengan parafilm (Gambar 3.1).

Seluruh cawan petri yang telah berisi koloni *Nostoc* kemudian diinkubasi selama 21 hari di ruang kultur alga pada suhu 23° C dan penyinaran menggunakan lampu neon 20 watt dengan intensitas cahaya 3000 luks serta fotoperiodisitas 14 jam terang dan 10 jam gelap. Perbanyakan jumlah koloni dilakukan secara aseptis. Koloni yang tumbuh pada cawan petri dijadikan sebagai *working culture*. Perbanyakan *working culture* dilakukan untuk mendapatkan jumlah koloni *Nostoc* yang cukup untuk pemupukan tanaman padi dalam penelitian.



Gambar 3.1. Teknik perbanyakan dan pengamatan jumlah koloni *Nostoc*
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.4.4 Pengamatan Strain *Nostoc*

Pengamatan strain *Nostoc* dilakukan untuk memastikan strain yang telah

diperbanyak dapat tumbuh tanpa adanya kontaminan. Pengamatan dilakukan secara berkala (dua kali seminggu) sampai strain siap digunakan sebagai pupuk untuk tanaman padi. Apabila terdapat strain yang diketahui telah terkontaminasi, maka strain tersebut dipisahkan kemudian dibersihkan.

3.4.5 Persiapan dan Sterilisasi Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian adalah tanah kebun yang telah disterilisasi. Tanah kebun yang digunakan adalah tanah kebun yang diambil 0--25 cm dari permukaan tanah di sekitar Rumah Kaca FMIPA, UI. Pembuatan media tanam diawali dengan melakukan pengenceran formalin 40% menjadi formalin 1%. Volume formalin 40% yang dibutuhkan untuk membuat formalin 1% adalah sebanyak 25 ml. Volume tersebut kemudian dilarutkan dengan air hingga volumenya mencapai satu liter. Selanjutnya, tanah kebun yang telah disiapkan kemudian disterilisasi dengan menggunakan formalin 1% dalam ember besar dan diaduk. Perendaman tanah oleh formalin 1% dilakukan selama sehari semalam, kemudian tanah dijemur selama dua minggu agar formalin menguap dan tanah menjadi kering.

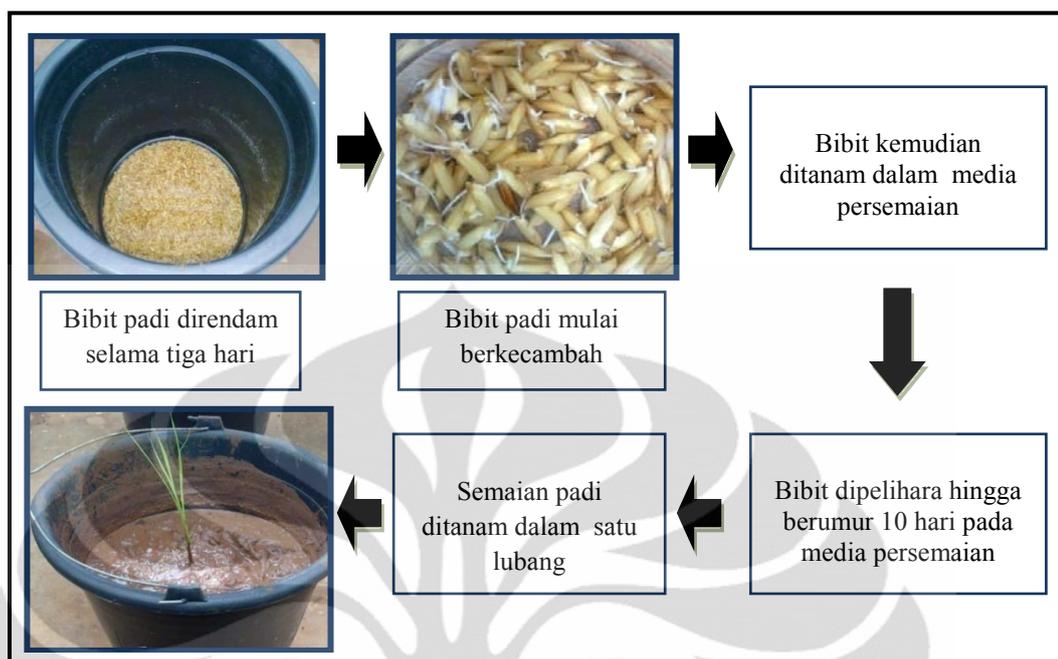
Tanah kebun steril yang telah kering selanjutnya dimasukkan ke dalam 24 pot tanaman sebanyak 5 kg tanah/pot. Pot yang digunakan dalam penelitian berukuran tinggi 30 cm dan berdiameter 25 cm. Pot tanaman dibersihkan terlebih dahulu dengan air sebelum digunakan. Pot kemudian dijemur hingga kering. Selanjutnya, pot diberi label sesuai dengan ulangan dan perlakuan. Pot diletakkan sesuai dengan tabel acak yang telah ditentukan. Teknik persiapan dan sterilisasi media tanah dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Teknik persiapan dan sterilisasi media tanam
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.4.6 Perendaman, Persemaian, dan Penanaman Bibit Padi

Perendaman bibit dilakukan dalam air selama tiga hari agar bibit berkecambah. Jumlah bibit padi yang direndam adalah tiga kali lebih banyak dari kebutuhan bibit yang diperlukan dalam penelitian, yaitu sebanyak 250 bibit. Bibit yang tenggelam dan telah berkecambah kemudian diambil dan ditanam dalam media persemaian. Media persemaian yang digunakan adalah tanah kebun steril. Persemaian padi dilakukan hingga bibit berumur 10 hari. Bibit yang telah berumur 10 hari dalam media persemaian kemudian dipindahkan ke dalam pot tanaman yang berisi tanah kebun steril. Pemilihan tinggi bibit yang digunakan dalam penelitian dilakukan dengan perhitungan $M \pm SD$. Bibit kemudian ditanam dengan metode modifikasi SRI. Setiap pot tanaman dibuat satu lubang dengan setiap lubang ditanam tiga bibit hasil semaian (Gambar 3.3). Bibit ditanam dengan kedalaman 3 cm, kemudian bibit disiram dengan air sampai ketinggian 0,5 cm (± 200 ml air) di atas permukaan tanah (Anugrah *dkk.* 2008: 79).



Gambar 3.3. Teknik perendaman, persemaian, dan penanaman bibit padi
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.4.7 Pemeliharaan Tanaman Padi

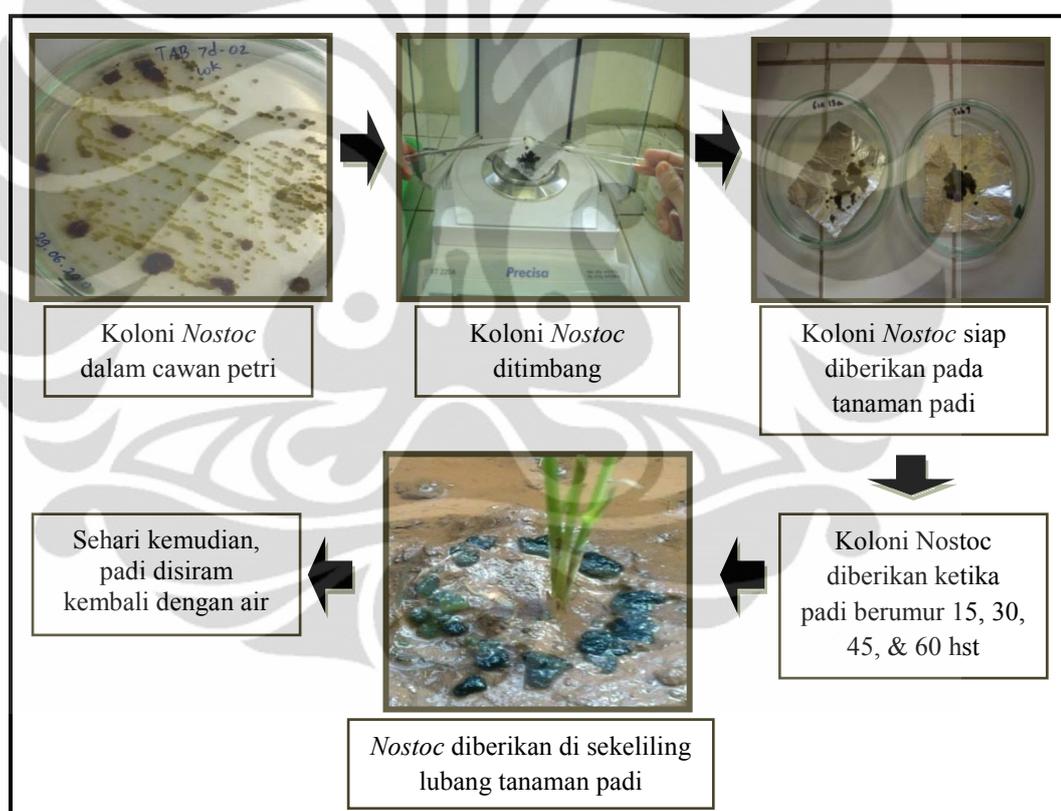
Bibit yang telah ditanam dalam pot tanaman disiram sesuai dengan air yang tersedia di dalam pot dan tahap pertumbuhan padi. Tanaman padi disiram dengan air sampai ketinggian 0,5 cm (\pm 200 ml air) dari permukaan tanah selama tahap pertumbuhan vegetatif. Selanjutnya, penyiraman pada tahap pertumbuhan generatif diberikan sampai ketinggian air 2 cm (\pm 800 ml air) dari permukaan tanah (Anugrah *dkk.* 2008: 80). Penyiangan tanaman padi dari hama atau tanaman pengganggu dilakukan setiap minggu selama penelitian (Hamid 2004: 1).

3.4.8 Pemberian Strain *Nostoc* pada Tanaman Padi

Pemberian strain *Nostoc* terhadap tanaman padi dilakukan sebanyak 4 kali, yaitu 15 hari setelah tanam (hst); 30 hst, 45 hst dan 60 hst tanaman padi. Biomassa berat basah strain *Nostoc* yang diberikan pada 15 hst dan 30 hst adalah masing-masing sebesar 0,4 g; sedangkan pada 45 hst dan pada 60 hst adalah

masing-masing sebesar 0,6 g. Pemberian *Nostoc* tersebut dilakukan dalam kondisi pot tanaman padi tidak tergenang air atau kering. Strain *Nostoc* ditimbang hingga diperoleh biomassa berat basah yang ditentukan. Penimbangan tersebut dilakukan di atas *aluminium foil* dengan menggunakan timbangan analitik.

Strain yang telah ditimbang kemudian dimasukkan dalam cawan petri dan dibawa ke rumah kaca. Selanjutnya strain *Nostoc* diberikan di sekeliling lubang tanaman padi dengan jarak 1 cm dari lubang tanaman (Soedyanto *dkk.* 1984: 86). Strain *Nostoc* diberikan pada setiap ulangan pot tanaman, kecuali kontrol. Sehari setelah pemupukan, padi kembali disiram hingga permukaan pot tanaman tergenang air (Gambar 3.4).



Gambar 3.4. Teknik pemberian *Nostoc* pada tanaman padi
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.4.9 Pemupukan Fosfor (P) dan Kalium (K)

Selain pemberian *Nostoc*, tanaman padi dalam penelitian juga diberikan pupuk fosfor dan kalium. Jenis pupuk fosfor dan kalium yang digunakan adalah

SP36 dan KCl. Kadar pupuk SP36 dan KCl yang diberikan pada tanaman padi masing-masing sebesar 0,5 g/pot dan 0,25 g/pot (Lampiran 2). Kadar tersebut ditentukan dari hasil perhitungan konversi rekomendasi pupuk SP36 dan KCl yang umum digunakan, yaitu masing-masing sebesar 100 kg/ha dan 50 kg/ha (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2003: 1). Pemberian kedua jenis pupuk dilakukan ketika padi berumur 10 hst. Cara pemberian pupuk tersebut dilakukan dengan cara disebar merata ke atas permukaan pot tanaman.

3.4.10 Pengamatan Parameter Pertumbuhan Padi

Pengaruh ketiga strain *Nostoc* terhadap pertumbuhan padi dicatat dalam tabel pengamatan setiap minggu selama 4 bulan. Parameter pertumbuhan padi yang diamati sebelum masa panen mencakup pengamatan dalam fase vegetatif dan generatif. Pengamatan fase vegetatif yang diukur dan dicatat terdiri atas tinggi tanaman. Pengamatan fase generatif yang diukur dan dicatat terdiri atas jumlah bulir per rumpun dan jumlah buah per rumpun, baik jumlah buah kosong maupun jumlah buah isi. Pengukuran tinggi tanaman dan panjang bulir per rumpun dilakukan dengan menggunakan meteran. Pengukuran tinggi tanaman diukur mulai permukaan tanah sampai ujung daun terpanjang dari setiap rumpun (Hidayati 2009: 2). Jumlah bulir per rumpun dan jumlah buah per rumpun dihitung secara manual.

3.4.11 Pengamatan Morfologi Strain *Nostoc* setelah Pemupukan

Selain pengamatan pertumbuhan padi, pengamatan morfologi strain *Nostoc* setelah diberikan pada tanaman padi juga dilakukan dalam penelitian. Pengamatan morfologi strain diamati secara makroskopis dan mikroskopis setelah pemupukan 15, 30, 45, dan 60 hst. Pengamatan secara makroskopis yang diamati adalah biomassa dan warna *Nostoc* di air yang tergenang dalam pot tanaman. Pengamatan secara mikroskopis diawali dengan pengambilan air dari dalam pot tanaman (± 10 ml) dengan menggunakan pipet yang kemudian diteteskan pada tabung steril. Sebanyak 1--2 tetes air tersebut kemudian diteteskan pada gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup.

Pengamatan secara mikroskopis yang diamati adalah bentuk filamen, sel vegetatif, sel heterokis dan sel akinet strain *Nostoc* dengan menggunakan mikroskop cahaya (Pereira *dkk.* 2009: 137). Strain *Nostoc* yang terlihat kemudian dicatat dan difoto dengan kamera. Selain strain *Nostoc*, mikroalga yang terlihat dari preparat juga dicatat dan difoto, jika memang dalam preparat ditemukan mikroalga lain.

3.4.12 Pengamatan pada saat Panen dan Pasca Panen Padi

Panen padi dilakukan ketika padi berumur 115 hari. Ketika panen, tanaman padi dikeluarkan dari pot-pot tanaman. Selanjutnya, akar tanaman padi dibersihkan dengan air mengalir, kemudian tinggi tanaman secara keseluruhan dan panjang akar tanaman padi diukur dengan menggunakan meteran. Setelah akar padi kering, buah dari tiap rumpun dikumpulkan kemudian dihitung jumlah total buah per rumpun, jumlah buah bernas dan buah kosong per rumpun secara manual lalu ditimbang berat basahanya. Selain itu, berat basah tanaman padi (tanpa buah) per rumpun juga ditimbang. Selanjutnya, padi dan buah padi dibungkus dengan kertas, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 80° C hingga diperoleh berat kering yang konstan (Ardianto 2008: 25; Salisbury & Ross 1992a: 128; Pratama 2010: 2).

3.4.13 Pengamatan Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur selama penelitian adalah suhu udara dalam rumah kaca, kelembapan udara, suhu tanah, intensitas cahaya, pH air, pH tanah dalam pot tanaman, dan cuaca saat pengamatan (Pratama 2010: 2). Parameter suhu udara dalam rumah kaca diukur dengan termometer ruang, kelembapan udara diukur dengan higrometer, suhu tanah diukur dengan termometer cair, intensitas cahaya diukur dengan luksmeter digital, pH air dan pH tanah dalam pot tanaman tanah diukur dengan kertas indikator pH dengan skala 5,2--7,2. Pengukuran suhu udara dan kelembapan dilakukan dengan cara meletakkan alat ukur di dekat pot tanaman padi selama 15--20 menit. Nilai suhu

udara dan kelembapan dibaca pada papan skala yang berupa angka yang ditunjuk oleh jarum penunjuk.



Gambar 3.5. Teknik pengukuran parameter lingkungan
 [Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Pengukuran suhu tanah dilakukan dengan menggunakan termometer cair yang dibenamkan ke dalam tanah selama 15--20 menit. Nilai suhu tanah dibaca sesuai skala yang ditunjukkan oleh termometer cair. Pengukuran pH air dan tanah dilakukan dengan cara mencelupkan kertas pH ke dalam air dan tanah pada pot tanaman selama 5 detik. Kertas pH tersebut kemudian diangkat dari dalam air dan tanah. Kertas pH selanjutnya segera dicocokkan dengan warna yang tertera pada kotak kertas pH. Warna yang sesuai menunjukkan untuk nilai pH air dan tanah.

Pengukuran intensitas cahaya matahari dilakukan dengan cara meletakkan luxmeter di dekat tanaman padi. Nilai intensitas cahaya diketahui dari angka yang tertera pada luxmeter digital. Pengukuran pH air, pH tanah, suhu tanah, serta intensitas cahaya tanaman dilakukan dengan menggunakan tabel acak lengkap untuk menentukan sampel pada tiap perlakuan yang akan diukur parameternya. Pengamatan parameter lingkungan yang dilakukan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.5.

3.5 Penyusunan, Pengolahan, dan Analisis Data

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

dengan uji analisis ragam ANOVA. Penelitian ini bersifat eksperimental yang terdiri atas empat perlakuan dengan enam ulangan untuk setiap perlakuan. Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian adalah kontrol (tanpa pemberian strain *Nostoc*) dan pemberian strain *Nostoc* BAD5, GIA 13a, dan TAB7. Ulangan pada masing-masing tanaman perlakuan dan kontrol berjumlah empat. Jumlah tersebut ditentukan berdasarkan rumus Frederer: $(n-1)(k-1) \geq 15$.

Penyusunan atau tabulasi data penelitian dapat dilihat pada tabel pengamatan. Data hasil penelitian juga disajikan dalam bentuk kurva, diagram batang, dan gambar. Selain itu, data hasil penelitian untuk beberapa parameter pertumbuhan juga dapat dihitung dalam bentuk persen. Penghitungan persentase peningkatan tinggi akhir, panjang akar, berat basah dan berat kering buah total, serta berat basah dan berat kering tanaman menggunakan rumus-rumus berikut:

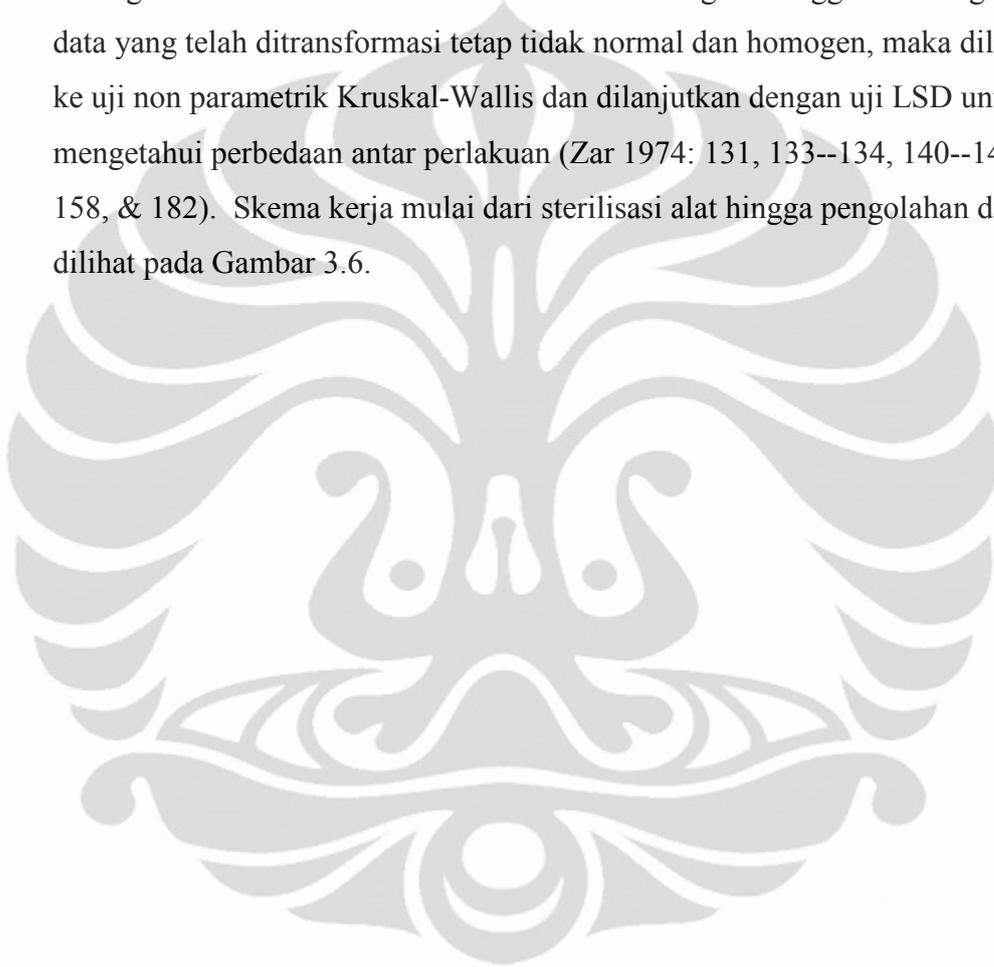
a)	$\frac{\text{Tinggi akhir perlakuan BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{tinggi akhir kontrol}}{\text{Tinggi akhir kontrol}} \times 100\%$	(3.1)
b)	$\frac{\text{Panjang akar perlakuan BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{panjang akar kontrol}}{\text{Panjang akar kontrol}} \times 100\%$	(3.2)
c)	$\frac{\text{Berat basah buah perlakuan BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{berat basah buah kontrol}}{\text{Berat basah buah kontrol}} \times 100\%$	(3.3)
d)	$\frac{\text{Berat kering buah perlakuan BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{berat kering buah kontrol}}{\text{Berat kering buah kontrol}} \times 100\%$	(3.4)
e)	$\frac{\text{Berat basah tanaman BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{berat basah tanaman kontrol}}{\text{Berat basah tanaman kontrol}} \times 100\%$	(3.5)
f)	$\frac{\text{Berat kering tanaman BAD5/GIA13a/TAB7} - \text{berat kering buah kontrol}}{\text{Berat kering tanaman kontrol}} \times 100\%$	(3.6)

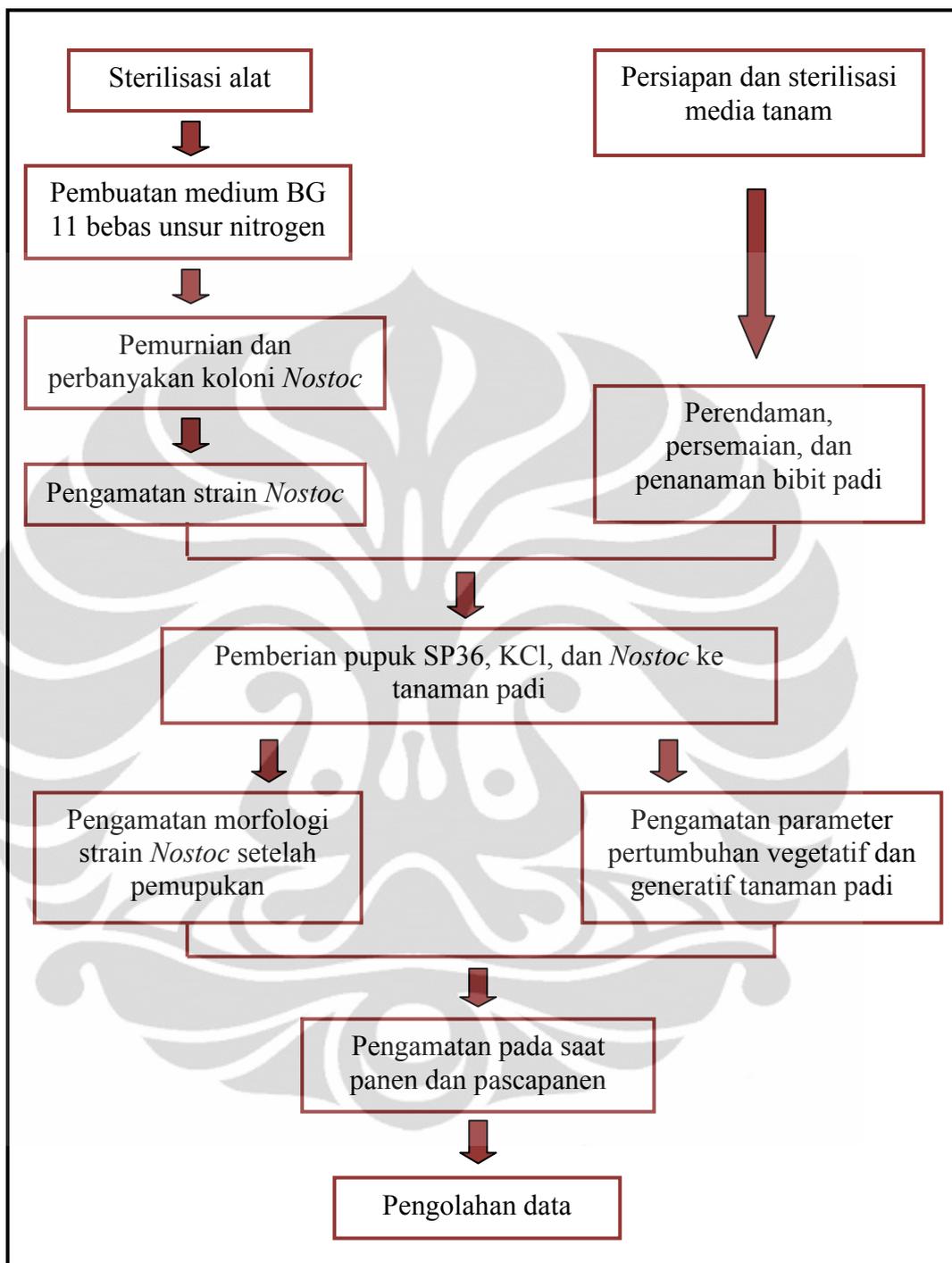
Sementara itu, penghitungan persentase jumlah buah isi dan jumlah buah kosong dari tiap perlakuan dapat dihitung dengan rumus:

g)	$\frac{\text{Jumlah buah isi (bernas) dari tiap perlakuan}}{\text{Jumlah buah total}} \times 100\%$	(3.7)
h)	$\frac{\text{Jumlah buah kosong dari tiap perlakuan}}{\text{Jumlah buah total}} \times 100\%$	(3.8)

Data mengenai pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap pertumbuhan padi dianalisis dengan menggunakan *Software Statistical Product and Service Solutions (SPSS) 16,0 for Windows* (Trihendradi 2009:119--124). Data tersebut diuji normalitasnya dengan menggunakan uji Shapiro & Wilk (Conover 1980:

363--365), kemudian diuji homogenitasnya dengan menggunakan uji Levene. Data yang berdistribusi normal dan bervariasi homogen dilanjutkan diuji dengan uji Analisis Varians (ANOVA) faktor tunggal dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda LSD (*Low Significant Different*) bila terdapat perbedaan antar perlakuan. Data yang tidak berdistribusi normal atau tidak bervariasi homogen harus ditransformasi terlebih dahulu dengan menggunakan log. Apabila data yang telah ditransformasi tetap tidak normal dan homogen, maka dilanjutkan ke uji non parametrik Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji LSD untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Zar 1974: 131, 133--134, 140--141, 156, 158, & 182). Skema kerja mulai dari sterilisasi alat hingga pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.6.





Gambar 3.6. Skema cara kerja penelitian

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Data kumulatif hasil pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi Ciherang pada 115 hst dari tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1, tinggi akhir tanaman padi pada perlakuan GIA13a lebih tinggi dibandingkan perlakuan BAD5, TAB7d, dan kontrol. Hasil pengamatan akar padi pada perlakuan GIA13a lebih panjang dibandingkan perlakuan BAD5, TAB7d, dan kontrol. Jumlah bulir, jumlah buah total, dan jumlah buah isi yang dihasilkan tanaman padi pada perlakuan GIA13a lebih banyak dibandingkan dengan tiga perlakuan lain. Hasil jumlah buah kosong pada kontrol lebih banyak dibandingkan tiga perlakuan lain.

Tabel 4.1. Data Kumulatif Pertumbuhan Padi Varietas Ciherang pada 115 hst

No	Parameter	Perlakuan			
		Kontrol	BAD5	GIA13a	TAB7d
1.	Tinggi tanaman (cm)	97,8 ± 8,7	99,8 ± 6,1	107,3 ± 6,1	100,3 ± 6,1
2.	Panjang akar (cm)	22,8 ± 7,7	23,0 ± 3,0	30,8 ± 1,9	27,0 ± 4,5
3.	Jumlah bulir (bulir)	4,1 ± 0,7	4,1 ± 0,9	4,3 ± 0,8	3,8 ± 0,7
4.	Jumlah buah total (buah)	343,0 ± 122,8	374,6 ± 95,8	444,8 ± 47,6	308,5 ± 109,0
5.	Jumlah buah isi (buah)	206,5 ± 123,9	315 ± 100	388,3 ± 32,6	263,5 ± 97,0
6.	Jumlah buah kosong (buah)	136,5 ± 31,1	59,6 ± 23,1	56,5 ± 18,7	45,0 ± 15,0
7.	Berat basah buah total (g)	7,8 ± 3,6	9,0 ± 2,8	9,6 ± 1,1	7,4 ± 2,6
8.	Berat kering buah total (g)	5,5 ± 5,5	6,3 ± 6,3	6,9 ± 6,9	5,5 ± 5,5
9.	Berat basah tanaman (g)	42,2 ± 15,6	38,3 ± 10,7	49,4 ± 4,1	42,3 ± 7,3
10.	Berat kering tanaman (g)	10,9 ± 3,7	11,0 ± 2,3	13,5 ± 2,4	12,9 ± 2,7

Penimbangan terhadap berat basah dan berat kering buah padi menunjukkan bahwa tanaman padi pada perlakuan GIA13a memiliki hasil lebih berat dibandingkan dengan tiga perlakuan lain. Selain itu, berat basah dan berat kering tanaman padi pada perlakuan GIA13a juga memiliki hasil terbesar dari seluruh perlakuan. Dengan demikian, berdasarkan tabel kumulatif tersebut, strain

GIA13a menunjukkan nilai rerata terbesar dari sembilan parameter, yaitu tinggi tanaman, panjang akar, jumlah bulir, jumlah buah total, jumlah buah isi, berat basah dan berat kering buah total, serta berat basah dan berat kering tanaman padi. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian strain GIA13a cenderung meningkatkan nilai sembilan parameter dibandingkan pemberian dua strain lain.

4.1.1 Pengaruh Pemberian *Nostoc* terhadap Fase Vegetatif Tanaman Padi

4.1.1.1 Tinggi Tanaman

Data rerata tinggi tanaman padi per rumpun dari 10--115 hst dapat dilihat pada Tabel 4.2. Pemberian strain BAD5, GIA13a, dan TAB7 terlihat meningkatkan rerata tinggi tanaman dibandingkan kontrol. Pengaruh tersebut terlihat ketika padi berumur 14--115 hst. Pada umur 14 hst, rerata tinggi tanaman padi pada perlakuan BAD5 ($24,17 \pm 2,14$ cm), GIA13a ($22,50 \pm 2,14$ cm), dan TAB7d ($24,33 \pm 1,38$ cm) lebih tinggi dibandingkan kontrol ($21,67 \pm 1,37$ cm). Pada umur 115 hst, rerata tinggi tanaman padi pada perlakuan BAD5 ($99,83 \pm 6,11$ cm), GIA13a ($107,33 \pm 6,11$ cm), dan TAB7d ($100,33 \pm 6,12$ cm) juga lebih tinggi dibandingkan kontrol ($97,83 \pm 8,73$ cm).

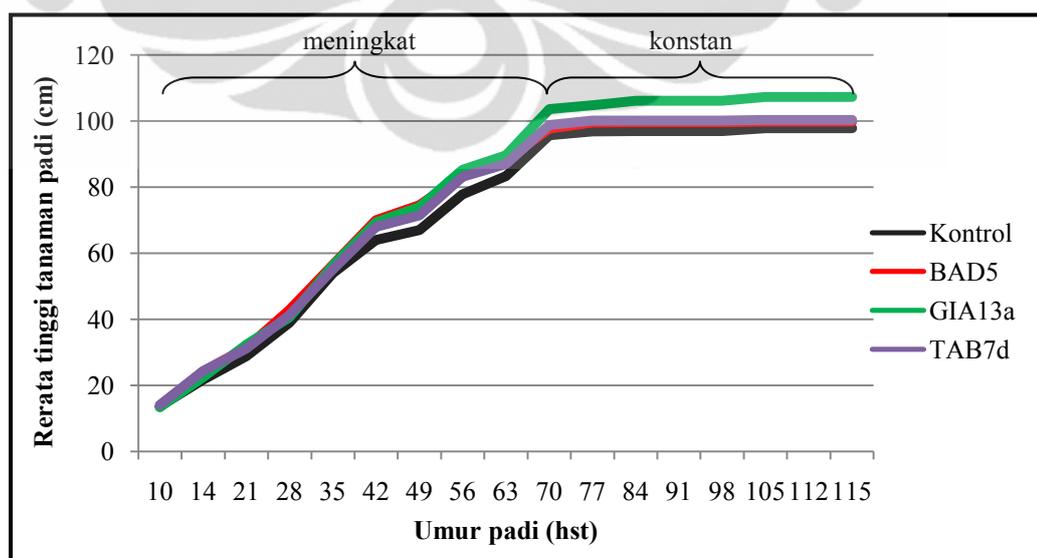
Berdasarkan Tabel 4.2, secara umum penambahan tertinggi dari rerata tinggi tanaman pada setiap perlakuan terlihat ketika tanaman padi berumur 35 dan 70 hst. Penambahan rerata tinggi ketika tanaman padi berumur 35 hst pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7d dan kontrol secara berurutan adalah sebesar 13,67 cm; 15,67 cm; 13,83 cm; dan 15 cm. Sementara itu, penambahan rerata tinggi ketika tanaman padi berumur 70 hst pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7d dan kontrol dan secara berurutan adalah sebesar 9,5 cm; 14 cm; 11,83 cm; dan 12,33 cm.

Pertumbuhan tanaman padi Ciherang berdasarkan tinggi tanaman dapat juga dapat dilihat pada Gambar 4.1. Gambar tersebut menjelaskan tentang kurva pertumbuhan padi Ciherang selama 115 hst. Kurva pertumbuhan tanaman padi Ciherang dari tiap perlakuan menunjukkan bahwa terdapat pola pertumbuhan

yang meningkat (pada minggu ke-1 hingga minggu ke-10) dan konstan (pada minggu ke-10 hingga minggu ke-17).

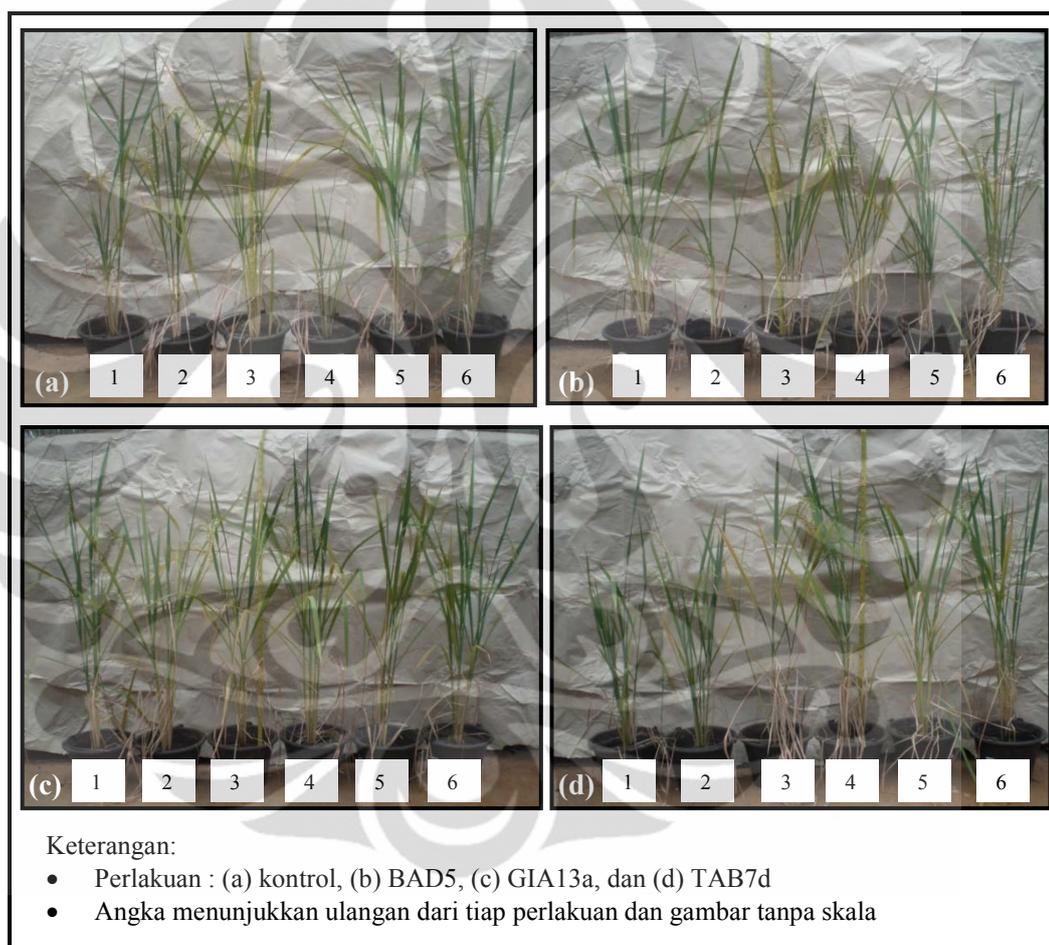
Tabel 4.2. Rerata tinggi tanaman selama 115 hst

Umur padi (hst)	Rerata tinggi tanaman (cm) dari tiap perlakuan			
	Kontrol	BAD5	GIA13a	TAB7d
10	13,67 ± 1,17	13,58 ± 1,28	13,42 ± 1,28	14,08 ± 0,73
14	21,67 ± 1,37	24,17 ± 2,14	22,50 ± 2,14	24,33 ± 1,38
21	28,83 ± 2,04	31,33 ± 2,80	32,33 ± 2,80	31,17 ± 2,32
28	39,00 ± 4,98	42,83 ± 2,64	40,67 ± 2,64	41,33 ± 5,12
35	54,00 ± 0,89	56,50 ± 3,73	56,33 ± 3,73	55,17 ± 6,43
42	64,00 ± 6,69	70,00 ± 3,40	69,33 ± 3,41	68,00 ± 6,07
49	67,00 ± 6,81	74,50 ± 4,72	74,00 ± 4,72	71,50 ± 6,92
56	77,83 ± 5,71	83,50 ± 3,21	85,33 ± 3,21	83,17 ± 8,40
63	83,33 ± 6,74	88,17 ± 6,43	89,67 ± 6,43	87,00 ± 8,29
70	95,67 ± 8,21	97,67 ± 5,43	103,67 ± 5,43	98,83 ± 6,46
77	96,83 ± 8,13	99,50 ± 6,22	104,83 ± 6,22	100,17 ± 6,49
84	97,00 ± 8,22	99,67 ± 6,22	106,17 ± 6,22	100,17 ± 6,49
91	97,00 ± 8,22	99,67 ± 6,22	106,17 ± 6,22	100,17 ± 6,49
98	97,00 ± 8,22	99,67 ± 6,22	106,17 ± 6,22	100,17 ± 6,49
105	97,83 ± 8,73	99,83 ± 6,11	107,33 ± 6,11	100,33 ± 6,12
112	97,83 ± 8,73	99,83 ± 6,11	107,33 ± 6,11	100,33 ± 6,12
115	97,83 ± 8,73	99,83 ± 6,11	107,33 ± 6,11	100,33 ± 6,12



Gambar 4.1. Fase pertumbuhan tanaman padi Ciherang dari tiap perlakuan

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat peningkatan rerata tinggi akhir tanaman pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d dibandingkan rerata tinggi akhir kontrol. Persentase peningkatan rerata tinggi akhir tanaman pada BAD5, GIA13a, dan TAB7d adalah masing-masing sebesar 2%; 9,7%; dan 2,6% dibandingkan kontrol. Hasil uji ANOVA ($\alpha=0,05$) (Lampiran 6) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi akhir tanaman per rumpun pada 115 hst.

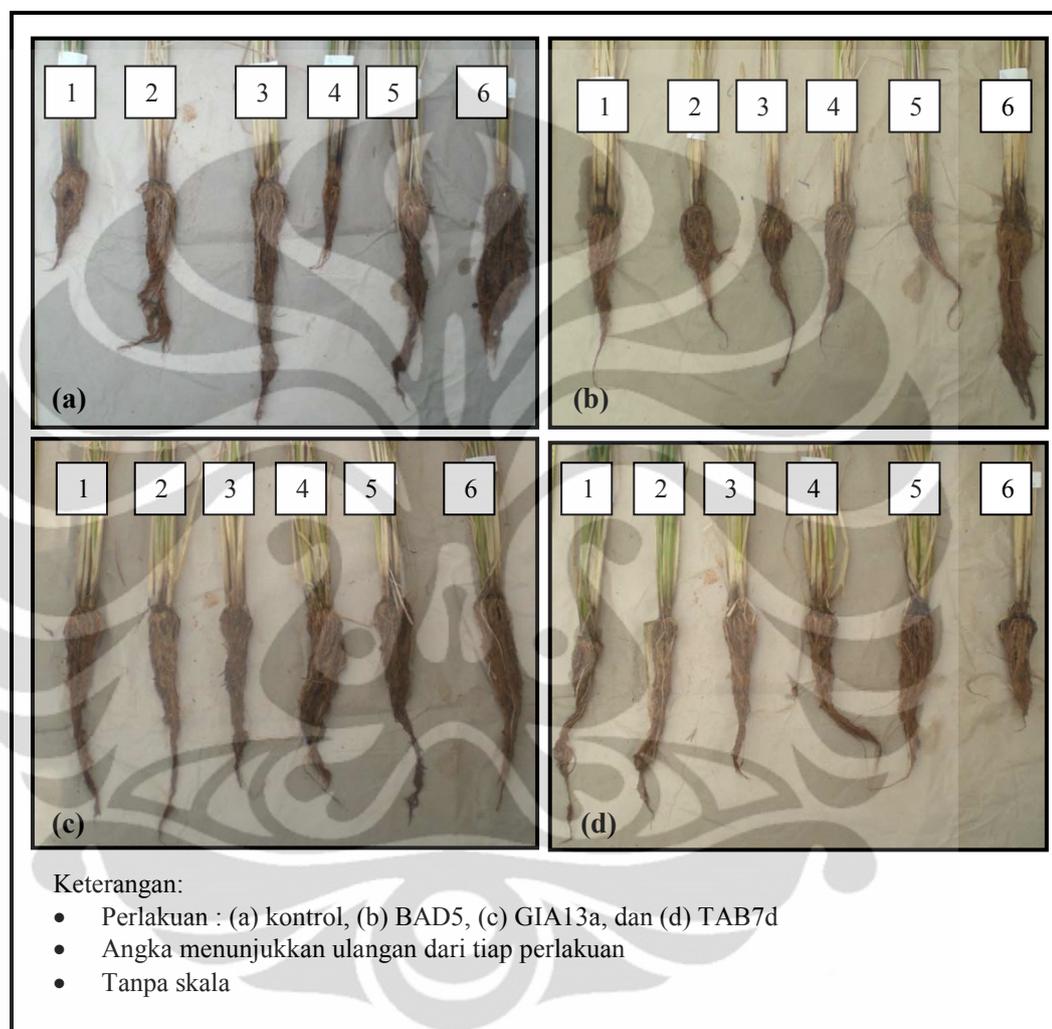


Gambar 4.2. Tinggi tanaman pada 115 hst
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

4.1.1.2 Panjang Akar Tanaman

Panjang akar per rumpun dari tiap ulangan dapat dilihat pada Gambar 4.3, sedangkan data panjang akar pada 115 hst dapat dilihat pada Gambar 4.4. Berdasarkan Gambar 4.4, rerata panjang akar tanaman padi terbesar terdapat pada

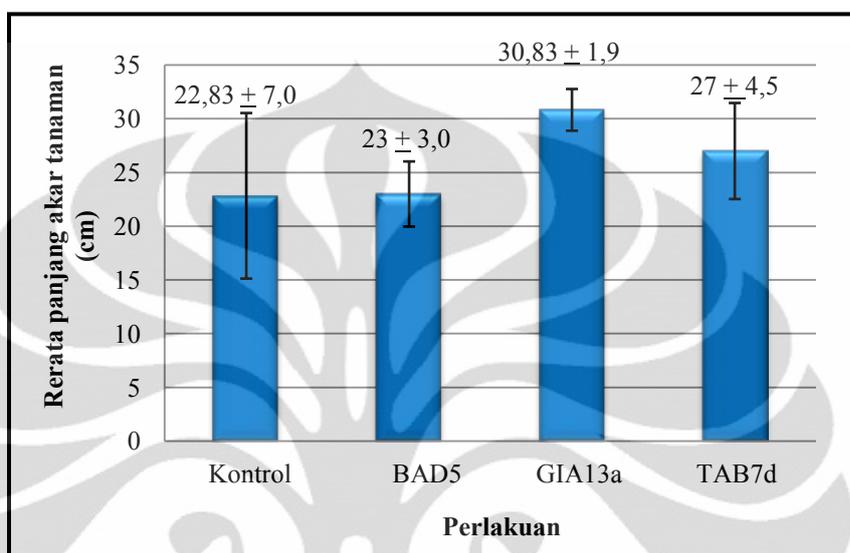
perlakuan GIA13a, yaitu sebesar $30,83 \pm 1,9$ cm; sedangkan rerata panjang akar terkecil terdapat pada kontrol, yaitu sebesar $22,83 \pm 7,0$ cm. Rerata panjang akar tanaman pada perlakuan BAD5 dan TAB7d adalah masing-masing sebesar $23 \pm 3,0$ cm dan $27 \pm 4,5$ cm.



Gambar 4.3. Panjang akar tanaman pada 115 hst
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Berdasarkan Gambar 4.4, pengaruh pemberian strain *Nostoc* (BAD5, GIA13a, dan TAB7d) juga terlihat meningkatkan panjang akar tanaman dibandingkan kontrol. Persentase peningkatan rerata panjang akar padi yang diberikan strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d dibandingkan kontrol adalah masing-masing sebesar 0,74%; 35,04%; dan 18,26%. Hasil uji Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 8) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc*

berpengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman per rumpun pada 115 hst. Hasil uji perbandingan berganda LSD ($\alpha=0,05$) terhadap data panjang akar menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara kontrol dengan perlakuan GIA13a dan perlakuan GIA13a dengan BAD5 (Lampiran 9).

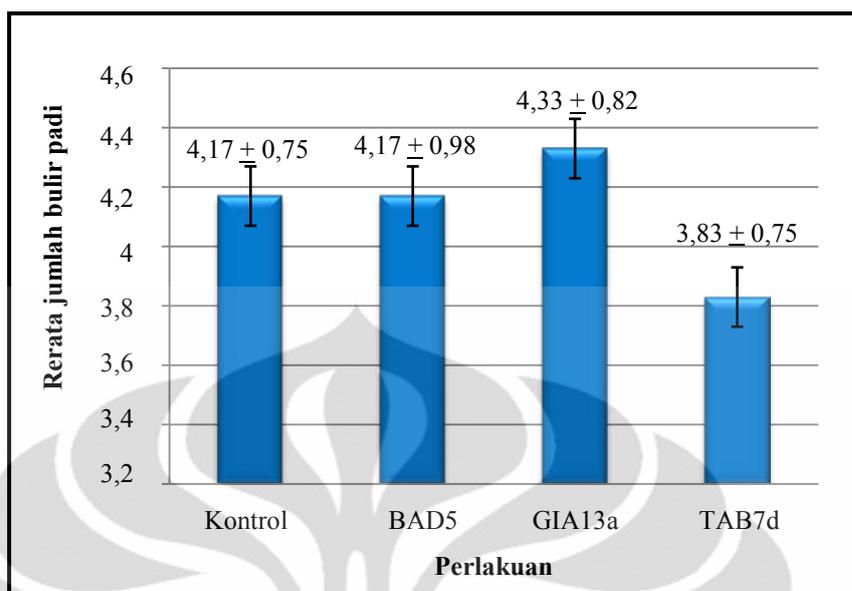


Gambar 4.4. Diagram batang rerata panjang akar tanaman pada 115 hst

4.1.2 Pengaruh Pemberian *Nostoc* terhadap Fase Generatif Tanaman Padi

4.1.2.1 Jumlah Bulir Tanaman Padi

Rerata jumlah bulir tanaman terbesar pada 115 hst terdapat pada perlakuan GIA13a, yaitu sebesar $4,33 \pm 0,82$ bulir (Gambar 4.5). Rerata jumlah bulir terkecil pada 115 hst terdapat pada perlakuan TAB7d, yaitu sebesar $3,83 \pm 0,75$ bulir. Perlakuan BAD5 dan kontrol memiliki rerata jumlah bulir tanaman secara berurutan, yaitu sebesar $4,16 \pm 0,98$ bulir dan $4,16 \pm 0,75$ bulir. Pengujian jumlah bulir per rumpun dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$) (Lampiran 7) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bulir per rumpun pada 115 hst.



Gambar 4.5. Diagram batang rerata jumlah bulir tanaman padi pada 115 hst

4.1.2.2 Jumlah Buah Total Tanaman Padi

Berdasarkan Tabel 4.3, data terhadap rerata jumlah buah total menunjukkan bahwa perlakuan GIA13a memiliki rerata jumlah buah total terbanyak dibandingkan dengan perlakuan lain, yaitu $444,83 \pm 47,68$ buah, kemudian diikuti perlakuan BAD5 dengan rerata jumlah buah total sebanyak $374,67 \pm 95,81$ buah. Kontrol ($343 \pm 122,85$ buah) memiliki rerata jumlah buah total lebih banyak dibandingkan perlakuan TAB7d ($308,5 \pm 109,04$ buah). Meskipun kontrol memiliki rerata jumlah buah total lebih banyak dibandingkan perlakuan TAB7d, rerata jumlah buah isi pada kontrol ($206,5 \pm 123,90$ buah) lebih sedikit dibandingkan perlakuan TAB7d ($263,5 \pm 97,03$ buah). Sementara itu, rerata jumlah buah isi pada perlakuan BAD5 dan GIA13a secara berurutan adalah masing-masing $315 \pm 100,04$ buah dan $388,33 \pm 32,62$ buah (Gambar 4.6).

Nilai persentase rerata jumlah buah isi dari perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7 dan kontrol secara berurutan, yaitu sebesar 84,1%, 85,4%, 87,3% dan 60,2%. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan presentase jumlah buah isi pada perlakuan yang diberikan strain *Nostoc* dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan persentase jumlah buah isi pada

perlakuan GIA13a (27,1%) lebih tinggi dibandingkan dengan presentase jumlah buah isi pada perlakuan BAD5 (23,9%) dan TAB7d (25,2%).

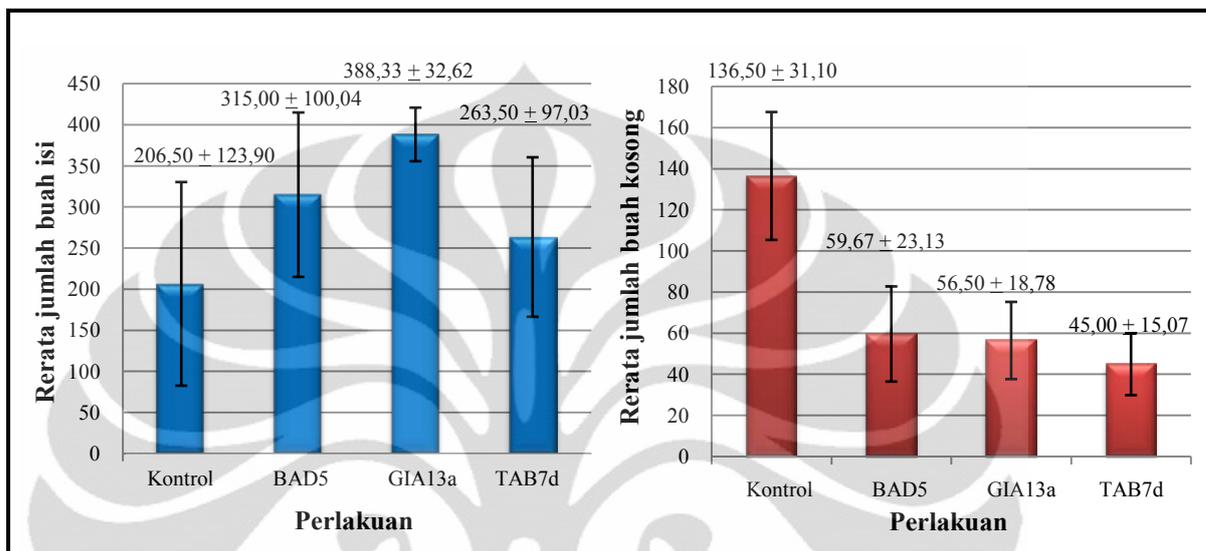
Tabel 4.3. Rerata jumlah buah total padi pada 115 hst

Ulangan	Jumlah buah padi dari tiap perlakuan			
	Kontrol	BAD5	GIA13a	TAB7d
1	262,00	511,00	514,00	250,00
2	443,00	318,00	456,00	172,00
3	439,00	319,00	409,00	265,00
4	131,00	430,00	422,00	442,00
5	396,00	249,00	387,00	283,00
6	387,00	421,00	481,00	439,00
X	343,00	374,67	444,83	308,50
SD	122,85	95,81	47,68	109,04

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rerata jumlah buah kosong terbesar terdapat pada kontrol, yaitu $136,50 \pm 31,10$ buah. Tanaman padi pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d menunjukkan rerata jumlah buah kosong lebih rendah dibandingkan kontrol. Perlakuan TAB7d memiliki rerata jumlah kosong yang terkecil, yaitu sebesar $45 \pm 15,07$ buah; sedangkan rerata jumlah buah kosong pada perlakuan BAD5 dan GIA13a secara berurutan, yaitu sebesar $59,67 \pm 23,13$ dan $56,50 \pm 18,78$ buah. Berdasarkan data rerata jumlah buah kosong, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persentase jumlah buah kosong pada kontrol (39,79%) lebih banyak dibandingkan perlakuan BAD5 (15,92%), GIA13a (12,70%), dan TAB7d (14,58%). Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase jumlah buah kosong pada perlakuan BAD5 (23,87%), GIA13a (27,09%), dan TAB7d (25,21%) dibandingkan kontrol.

Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 6) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah total pada 115 hst. Hasil uji Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 10) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah isi (bernas) pada 115 hst. Hasil uji perbandingan berganda LSD ($\alpha = 0,05$) terhadap jumlah buah isi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan GIA13a dengan kontrol (Lampiran 11). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 12) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc*

juga berpengaruh nyata terhadap jumlah buah kosong pada 115 hst. Hasil uji perbandingan berganda LSD ($\alpha= 0,05$) terhadap jumlah buah kosong menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan BAD5 dengan kontrol, perlakuan GIA13a dengan kontrol, dan perlakuan TAB7d dengan kontrol (Lampiran 13).



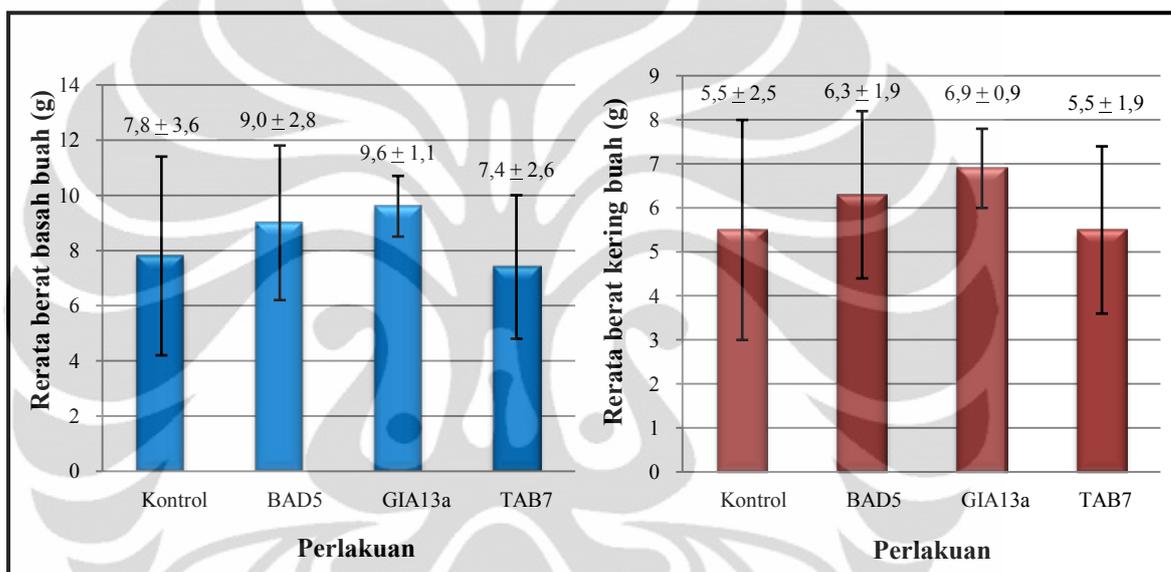
Gambar 4.6. Diagram batang rerata jumlah buah isi dan buah kosong tanaman padi pada 115 hst

4.1.2.3 Berat Basah dan Berat Kering Buah Total

Hasil penimbangan berat basah dan berat kering buah tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 4.7. Nilai rerata berat basah dan berat kering buah total terbesar terdapat pada perlakuan GIA13a, yaitu sebesar $9,6 \pm 1,1$ g dan $6,9 \pm 0,9$ g. Nilai rerata berat basah buah total pada perlakuan TAB7d ($7,4 \pm 2,6$ g) lebih kecil dibandingkan kontrol ($7,8 \pm 3,6$ g); sedangkan rerata berat kering buah total pada perlakuan TAB7d menunjukkan hasil yang sama dengan kontrol, yaitu sebesar 5,5 g.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase peningkatan rerata berat basah buah terbesar terdapat pada perlakuan perlakuan GIA13a, yaitu sebesar 23,1 % dibandingkan kontrol, sedangkan persentase peningkatan rerata berat basah buah pada perlakuan BAD5 sebesar 15,4% dibandingkan kontrol. Selain itu, terjadi juga peningkatan nilai persentase berat kering buah total dibandingkan

kontrol. Persentase peningkatan rerata berat kering buah total juga terdapat pada perlakuan GIA13a dan BAD5. Persentase peningkatan rerata berat kering buah total pada perlakuan GIA13a dan BAD5 secara berurutan, yaitu sebesar 25,5% dan 14,5%. Sementara itu, tidak terdapat peningkatan persentase berat kering buah total pada perlakuan TAB7d dibandingkan kontrol karena nilai berat kering kedua perlakuan tersebut adalah sama, yaitu sebesar 5,5 g. Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah dan berat kering buah total pada 115 hst (Lampiran 6).



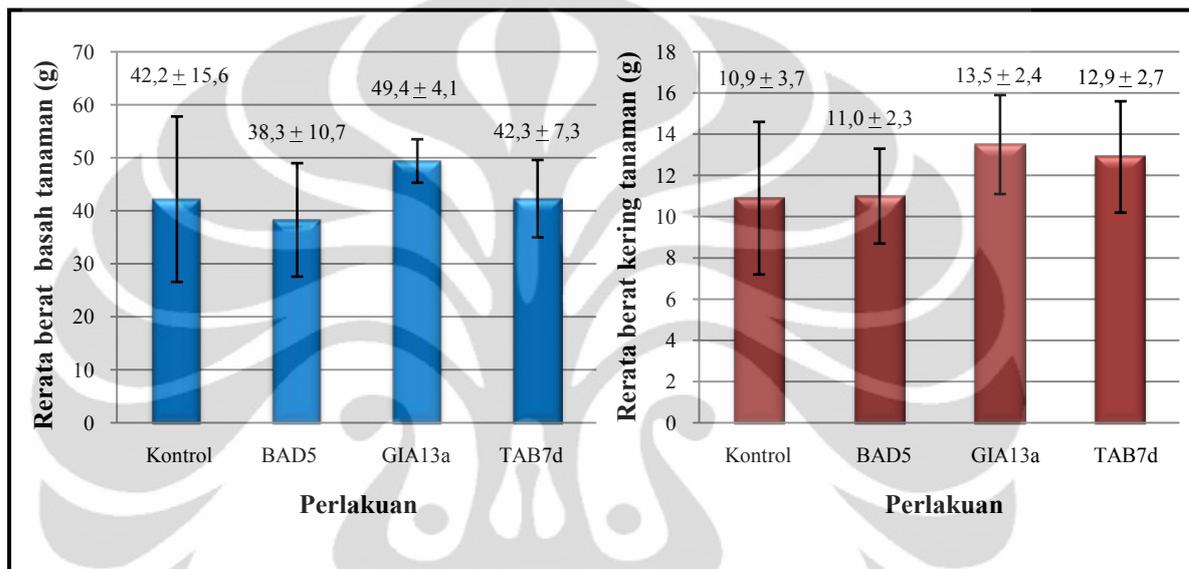
Gambar 4.7. Diagram batang rerata berat basah dan berat kering buah total tanaman padi pada 115 hst.

4.1.2.4 Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Data rerata berat basah dan berat kering tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 4.8. Berdasarkan Gambar 4.8, rerata berat tanaman terbesar, baik pada berat basah maupun berat kering, terdapat pada GIA13a, yaitu sebesar $49,4 \pm 4,1$ g dan $13,5 \pm 2,4$ g. Rerata berat basah terkecil terdapat pada perlakuan BAD5 ($38,3 \pm 10,7$ g). Sementara itu, rerata berat kering terkecil terdapat pada kontrol ($10,9 \pm 3,7$ g).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa persentase peningkatan rerata berat basah tertinggi terdapat pada perlakuan GIA13a, yaitu sebesar 17,1%

dibandingkan kontrol, sedangkan persentase peningkatan rerata berat basah pada perlakuan TAB7d hanya sebesar 0,24% dibandingkan kontrol. Selain itu, terjadi juga peningkatan persentase berat kering tanaman padi pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d. Persentase peningkatan rerata berat kering tertinggi pada perlakuan GIA13a, yaitu sebesar 23,9%. Persentase peningkatan pada perlakuan BAD5 dan TAB7 adalah masing-masing sebesar 0,9% dan 18,3%.



Gambar 4.8. Diagram batang rerata berat basah dan berat kering tanaman padi pada 115 hst.

Persentase rerata berat kering terhadap berat basah tanaman dari masing-masing perlakuan juga dapat diketahui berdasarkan Gambar 4.8. Nilai tertinggi dari persentase berat kering terhadap berat basah tanaman terdapat pada perlakuan TAB7, yaitu sebesar 30,49%. Persentase rerata berat kering terhadap berat basah dari perlakuan BAD5 (28,72%) dan GIA13a (27,32%) lebih tinggi dibandingkan kontrol (25,83%). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa pemberian strain *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah dan berat kering tanaman per rumpun pada 115 hst (Lampiran 6).

4.1.3 Pengamatan Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran terhadap parameter lingkungan dapat dilihat pada

Tabel 4.4. Selama penelitian, pH tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7d, dan kontrol terlihat meningkat. Pada pengamatan 14 hst, pH tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7d, dan kontrol meningkat menjadi 6, lalu 6,3 pada 28 hst dan menjadi 6,6 pada 35 hst. Pengukuran pH tanah pada 49 hst menunjukkan pH tanah dari tiap perlakuan meningkat lagi menjadi 6,9. Pengamatan 56 hst--115 hst menunjukkan pH tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7d dan kontrol memiliki nilai konstan sebesar 6,9.

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari selama penelitian adalah berkisar antara 0--18.150 luks. Suhu udara yang diukur selama penelitian berkisar antara 25°--35° C. Hasil nilai pengukuran terhadap suhu tanah tidak berbeda jauh dengan suhu udara, yaitu berkisar 25°--36° C. Parameter lingkungan lain yang diukur adalah kelembapan udara. Kelembapan udara yang diukur selama penelitian berada pada nilai kelembapan sedang sampai tinggi, yaitu berkisar antara 70--91%.

Tabel 4.4. Data hasil pengukuran faktor lingkungan selama 115 hst

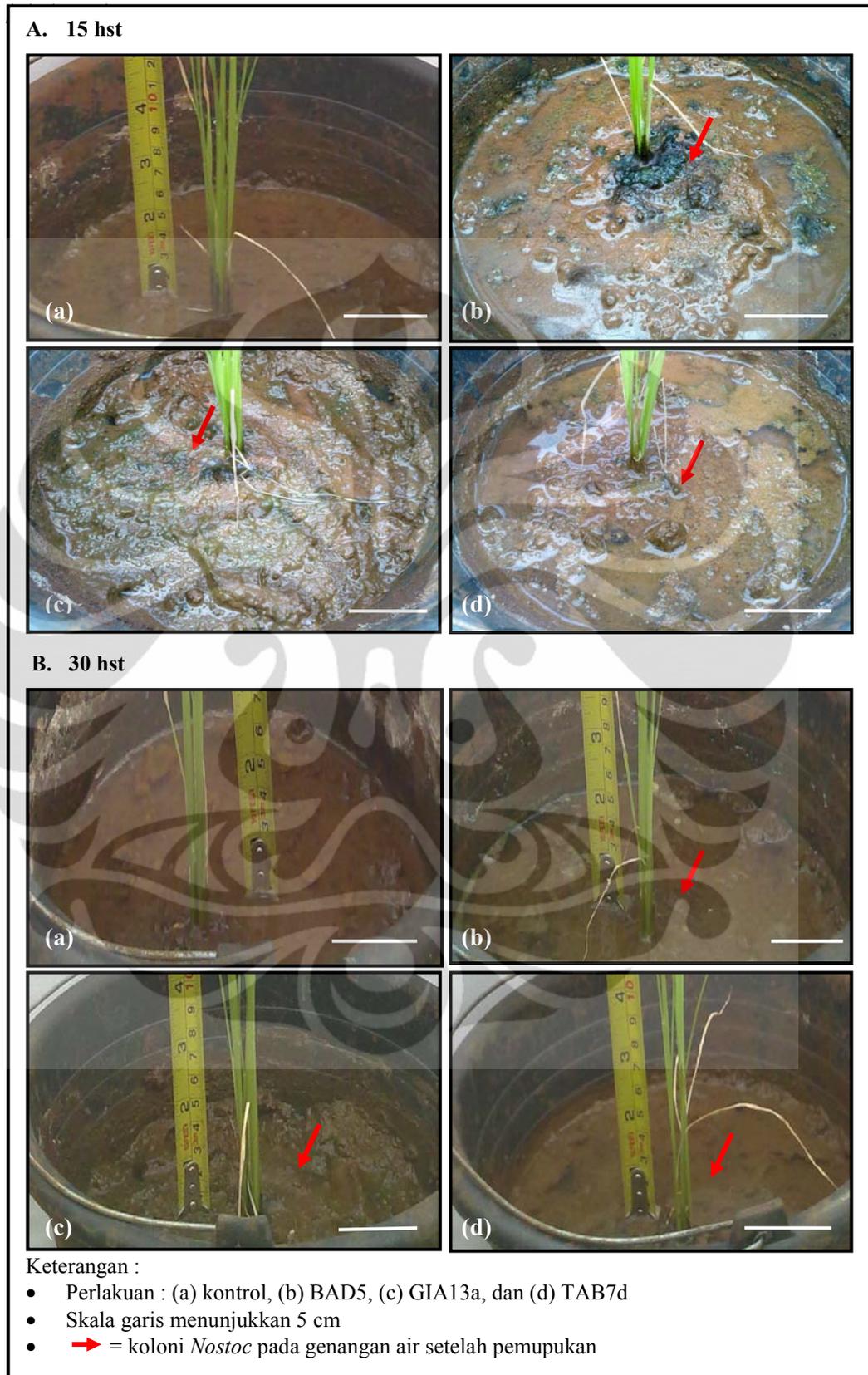
Waktu (hst)	pH tanah				Intensitas cahaya (luks)	Suhu udara (° C)	Suhu tanah (° C)	Kelembapan udara (%)
	Kontrol	BAD5	GIA13a	TAB7				
10	5,7	5,7	5,7	5,7	0--8.210	26--32	27--30	77--89
14	6	6	6	6	0--14.520	26--34	26--34	76--90
21	6	6	6	6	0--8.980	28--34	26--32	76--89
28	6,3	6,3	6,3	6,3	0--11.520	26--34	28--33	76--90
35	6,6	6,6	6,6	6,6	0--10.440	26--33	28--33	76--90
42	6,6	6,6	6,6	6,6	0--12.100	27--32	28--32	77--89
49	6,9	6,9	6,9	6,9	0--13.050	27--35	28--36	76--90
56	6,9	6,9	6,9	6,9	0--14.250	28--33	28--32	76--90
63	6,9	6,9	6,9	6,9	0--12.250	26--32	26--30	76--96
70	6,9	6,9	6,9	6,9	0--6.110	25--32	25--30	75--89
77	6,9	6,9	6,9	6,9	0--9.300	28--33	26--32	75--90
84	6,9	6,9	6,9	6,9	0--14.550	25--33	27--33	76--91
91	6,9	6,9	6,9	6,9	0--10.430	25--34	27--32	77--91
98	6,9	6,9	6,9	6,9	0--18.150	28--34	28--34	75--90
105	6,9	6,9	6,9	6,9	0--14.220	26--33	28--30	76--91
112	6,9	6,9	6,9	6,9	0--8.170	26--34	26--32	70--90
115	6,9	6,9	6,9	6,9	0--9.870	28--31	29--31	75--78
χ	6,7	6,7	6,7	6,7	0--11.537	27--33	27--32	76--90

4.1.4 Pengamatan Strain *Nostoc* setelah Pemupukan

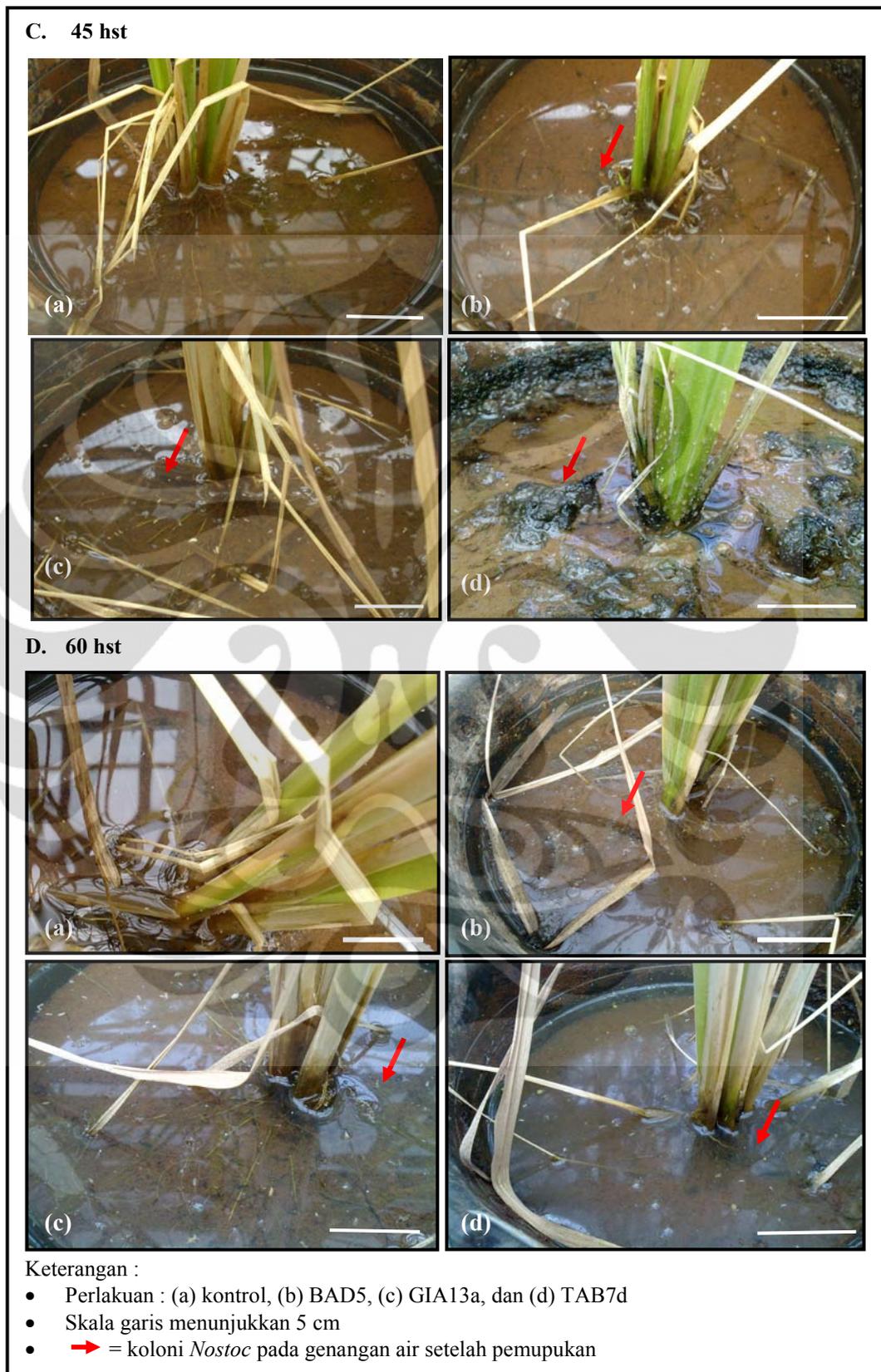
Gambar hasil pengamatan makroskopis pada 15, 30, 45, dan 60 hst dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10. Hasil pengamatan makroskopis setelah pemupukan pertama (15 hst) menunjukkan biomassa strain BAD5 berwarna hijau kehitaman pada genangan air padi. Sementara itu, biomassa strain GIA13a dan TAB7d menunjukkan warna hijau zaitun pada genangan air. Pada kontrol, genangan air masih menunjukkan warna tanah coklat kemerahan seperti warna sampel tanah kebun (Gambar 4.9). Selain itu, hasil pengamatan makroskopis menunjukkan tekstur tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d menjadi lebih halus atau gembur dibandingkan dengan permukaan kontrol yang lebih padat.

Pengamatan makroskopis setelah pemupukan kedua (30 hst) menunjukkan terdapat biomassa strain pada genangan air perlakuan BAD5. Pada perlakuan GIA13a dan TAB7d, biomassa strain terlihat hampir menutupi permukaan genangan air. Permukaan tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d juga masih berisi tekstur tanah yang gembur. Sementara itu pada kontrol, struktur tanah masih terlihat padat. Setelah pemupukan ketiga dan keempat (45 dan 60 hst), biomassa strain masih terlihat menutupi genangan air pada perlakuan TAB7d, sedangkan pada perlakuan BAD5 dan GIA13a tidak terlihat biomassa strain yang menutupi genangan air (Gambar 4.10). Selain itu, hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa permukaan tanah pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7d menunjukkan warna coklat kehitaman sedangkan tanah pada kontrol menunjukkan warna coklat kemerahan.

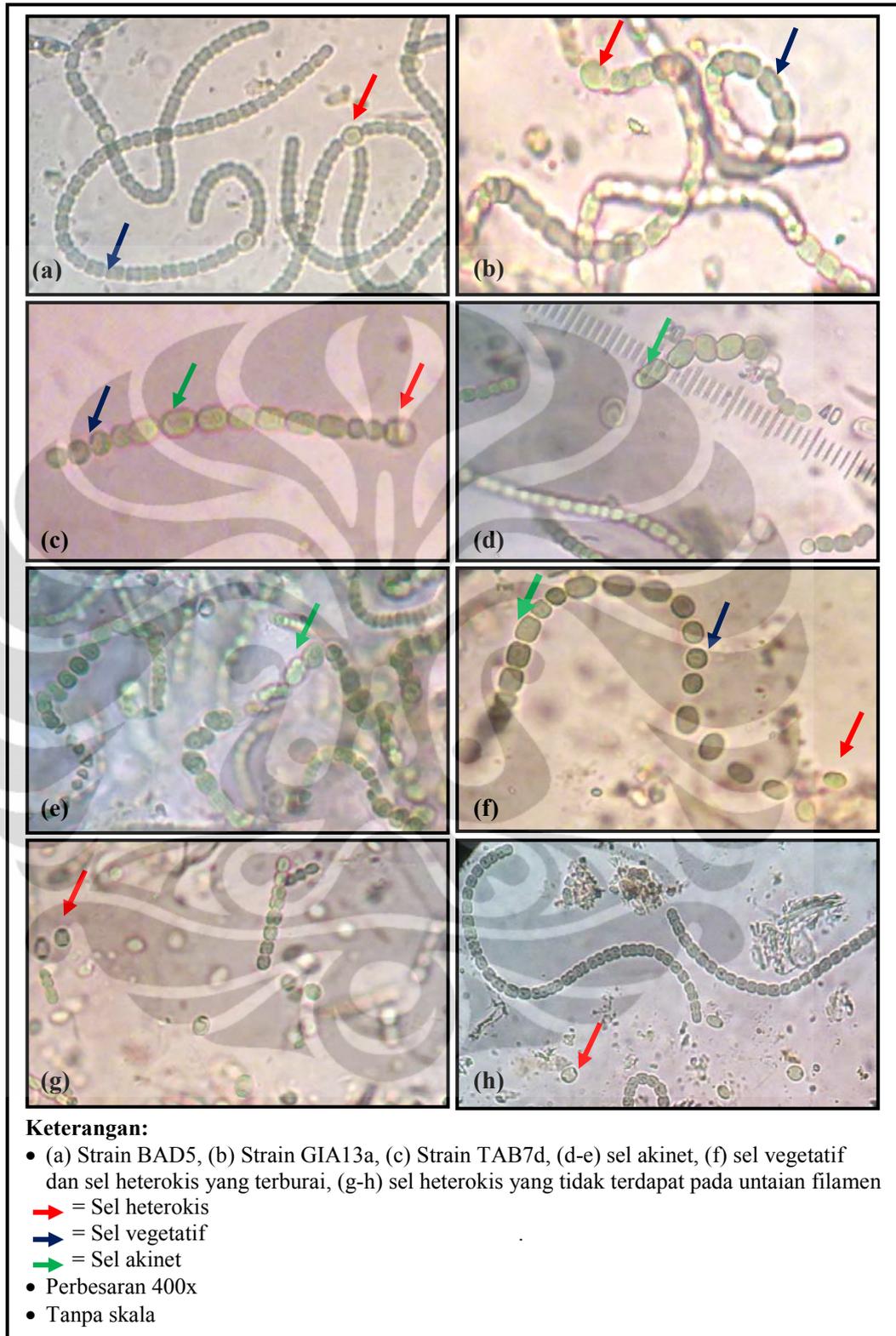
Hasil pengamatan mikroskopis strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7d setelah pemupukan dapat dilihat pada Gambar 4.11. Hasil pengamatan mikroskopis pada strain BAD5 dan TAB7 setelah pemupukan 15 hst menunjukkan bahwa ditemukan sel vegetatif dan sel heterokis pada kedua filamen strain. Akan tetapi, sel akinet pada filamen kedua strain belum ditemukan. Pengamatan strain GIA13a setelah pemupukan 15 hst ditemukan adanya sel vegetatif, sel heterokis dan sel akinet pada filamen.



Gambar 4.9. Pengamatan makroskopis *Nostoc* setelah pemupukan 15 dan 30 hst [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 4.10. Pengamatan makroskopis *Nostoc* setelah pemupukan 45 dan 60 hst [Sumber: Dokumentasi pribadi.]



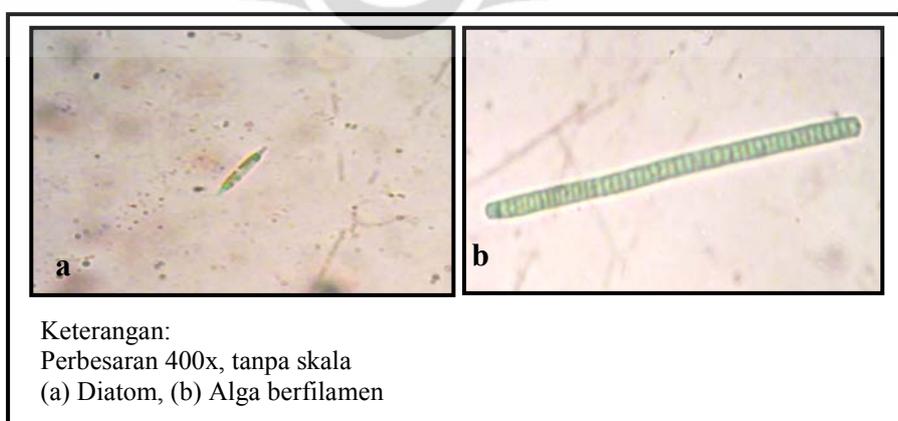
Gambar 4.11. Pengamatan mikroskopis strain BAD5, GIA13a, dan TAB7d setelah pemupukan

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Hasil pengamatan mikroskopis setelah pemupukan kedua (30 hst) menunjukkan bahwa pada filamen strain BAD5 ditemukan sel vegetatif dan sel heterokis. Hasil pengamatan mikroskopis dari strain GIA13a dan TAB7 pada 30 hst menunjukkan terdapat sel vegetatif, sel heterokis, dan sel akinet pada kedua filamen. Selain itu, hasil pengamatan mikroskopis terhadap kedua strain juga menunjukkan terdapat sel vegetatif dan sel heterokis yang tidak terdapat pada untaian filamen, serta sel vegetatif dan sel heterokis yang terburai.

Hasil pengamatan mikroskopis setelah pemupukan 45 hst pada strain BAD5, GIA13a, dan TAB7 menunjukkan hasil yang hamper sama seperti pengamatan 30 hst. Hasil pengamatan dari ketiga strain *Nostoc* menunjukkan terdapat sel vegetatif, sel heterokis, dan sel akinet pada filamen ketiga strain. Selain itu, ditemukan juga sel vegetatif dan sel heterokis yang tidak terdapat pada untaian filamen, serta filamen yang tidak membentuk untaian pada ketiga perlakuan.

Pengamatan sel heterokis yang tidak terdapat pada untaian filamen juga terlihat pada ketiga strain setelah pemupukan 60 hst. Hanya saja, jumlah sel heterokis yang tidak terdapat pada untaian filamen tersebut relatif lebih banyak dibandingkan pada pengamatan 30 dan 45 hst. Hasil pengamatan strain BAD5, GIA13a, dan TAB7 setelah 60 hst juga masih menunjukkan adanya sel akinet. Hasil pengamatan mikroskopis (setelah pemupukan 15, 30, 45, dan 60 hst) juga menunjukkan terdapat jenis alga lain, selain *Nostoc*. Jenis alga lain yang ditemukan, yaitu seperti diatom dan alga berfilamen (Gambar 4.12).



Gambar 4.12. Pengamatan mikroskopis diatom dan alga berfilamen
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Pemberian *Nostoc* terhadap Fase Vegetatif dan Fase Generatif Tanaman Padi

Pemeliharaan tanaman padi dilakukan hingga waktu panen, yaitu pada 115 hst. Waktu panen (115 hst) tersebut sesuai dengan waktu panen padi Ciherang pada umumnya yaitu antara 115--125 hst (BBPTP 2009: 15). Secara keseluruhan, hasil pertumbuhan tanaman padi Ciherang hingga waktu panen menunjukkan karakteristik morfologi tanaman padi pada umumnya, yaitu memiliki daun bertulang sejajar, batang beruas-ruas, dan akar serabut, serta menghasilkan bulir dan bunga (De Datta 1981: 148--152). Buah padi yang dihasilkan pada penelitian berwarna kuning sesuai dengan karakteristik deskripsi BBPTP (2009: 15). Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman padi Ciherang tumbuh sesuai dengan karakteristik tanaman padi pada umumnya.

Tinggi akhir tanaman padi pada perlakuan BAD5, GIA13a, TAB7, dan kontrol secara berurutan adalah sebesar $99,83 \pm 6,11$ cm; $107,33 \pm 6,11$ cm; $100,33 \pm 6,12$ cm; dan $97,83 \pm 8,73$ cm. Tinggi akhir tanaman padi pada perlakuan BAD5, TAB7, dan kontrol lebih pendek dibandingkan kisaran pertumbuhan tinggi padi Ciherang yang umum, yaitu antara 107--115 cm (BBPTP 2009: 15). Sementara itu, rerata tinggi akhir tanaman perlakuan GIA13a berada pada kisaran tinggi tanaman Ciherang pada umumnya. Hal tersebut diduga bahwa pemberian strain GIA13a dapat meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan tanaman padi pada umumnya.

Hasil pengamatan terhadap fase vegetatif dan generatif padi Ciherang dalam penelitian menunjukkan bahwa periode pertumbuhan vegetatif padi Ciherang berlangsung selama 60 hari (dihitung sejak 10 hst hingga 70 hst). Fase vegetatif ditandai dengan periode pertumbuhan tanaman padi sebelum membentuk bulir, bunga, dan buah. Sementara, periode pertumbuhan generatif padi Ciherang berlangsung selama 45 hari (dihitung sejak 70 hst sampai 115 hst). Fase generatif ditandai dengan terbentuknya bulir, bunga, dan buah pada tanaman padi.

Periode fase vegetatif dan generatif padi Ciherang berada pada kisaran periode pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi pada umumnya. Menurut De Datta (1981: 161), fase vegetatif padi umumnya berlangsung ketika padi berumur 20 sampai 60 hari sejak ditanam dan periode pertumbuhan generatif padi berlangsung ketika padi berumur 60 sampai 120 hari. Fase pertumbuhan vegetatif padi dimulai dari perkecambahan hingga sebelum munculnya bulir, sedangkan fase pertumbuhan generatif padi dimulai dari pembentukan bulir, bunga, buah sampai pematangan buah (Hanum 2008: 151).

Secara umum, pertumbuhan tanaman padi Ciherang dari tiap perlakuan menunjukkan pola pertumbuhan yang sama (Gambar 4.1). Pola pertumbuhan yang sama tersebut ditunjukkan oleh kurva pertumbuhan dari tiap perlakuan yang meningkat (pada 10 hst hingga 70 hst) dan konstan (pada 70 hst hingga 115 hst). Apabila dibandingkan dengan kurva pertumbuhan yang umumnya berbentuk sigmoid, kurva pertumbuhan padi Ciherang menunjukkan kurva yang relatif berbeda. Perbedaan tersebut terlihat dari tidak adanya fase lag (adaptasi) sebelum grafik yang terus meningkat. Ketiadaan grafik lag tersebut mungkin disebabkan karena pengukuran tanaman padi dimulai ketika 10 hst. Fase lag dari tanaman padi Ciherang diduga berlangsung pada 0--10 hst. Fase lag adalah fase penyesuaian tanaman dengan lingkungan tanah. Pada fase lag, pembelahan sel berlangsung sangat lambat (Latifah 2004: 3--4).

Fase selanjutnya adalah fase log (eksponensial) (Gardner *dkk.* 1991: 263). Fase eksponensial tanaman padi Ciherang berlangsung dari 10--70 hst dan ditandai dengan terus meningkatnya tinggi tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Salisbury & Ross (1992c: 14) yang menyatakan bahwa fase eksponensial umumnya ditandai dengan pertumbuhan tinggi tanaman padi yang terus meningkat selama fase vegetatif. Peningkatan tinggi tanaman tersebut disebabkan oleh translokasi nutrisi pada organ vegetatif tinggi sebelum memasuki fase generatif (De Datta 1981: 360).

Fase stasioner tanaman padi Ciherang diduga terjadi pada 70 hst--115 hst. Fase pertumbuhan tersebut menunjukkan tinggi tanaman padi Ciherang yang konstan. Selain itu, fase stasioner tanaman padi Ciherang ditandai dengan munculnya bulir dan bunga padi. Menurut De Datta (1981: 168), ketika padi

berumur 70--115 hst, pertumbuhan tinggi tanaman padi mulai terlihat konstan. Hal tersebut berlangsung seiring dengan translokasi nutrien dari organ vegetatif ke organ generatif, meski translokasi nutrien pada organ vegetatif tetap berlangsung (De Datta 1981: 360).

Menurut Salisbury & Ross (1992c: 15), fase stasioner dapat disebut juga dengan fase penuaan. Fase stasioner juga dapat disebut dengan fase pematangan fisiologis (Gardner *dkk.* 1991: 264). Salisbury & Ross (1992c: 15); Gardner *dkk.* (1991: 264) juga menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman padi terlihat konstan ketika padi mulai berumur 70 hst. Selanjutnya, fase stasioner tanaman padi akan terus berlangsung hingga waktu panen.

Berdasarkan Tabel 4.2 (Hal. 36), penambahan tertinggi dari rerata tinggi tanaman pada setiap perlakuan terlihat ketika tanaman padi berumur 35 dan 70 hst. Menurut Hanum (2008: 151), tanaman padi akan mengalami tinggi tanaman tertinggi ketika mulai berumur 30--70 hst. Pertumbuhan tinggi tanaman padi tersebut disebabkan oleh pemanjangan batang padi. Penambahan rerata tinggi tanaman yang terjadi ketika padi berumur 70 hst menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian Rahayu (1996: 22). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Rahayu (1996: 22), pertumbuhan tertinggi terhadap tinggi tanaman terjadi ketika padi berumur 70 hst. Menurut Anwar & Partohardjono (1985) lihat Rahayu (1996: 23), pertumbuhan tertinggi dari tinggi tanaman padi umumnya terjadi ketika tanaman padi berumur 50--70 hari. Varietas padi yang digunakan dalam penelitian Rahayu (1996: 19) adalah varietas padi IR64, yang memiliki karakteristik mirip dengan varietas Ciherang.

Berdasarkan Gambar 4.8 (Hal. 44), data persentase rerata berat kering terhadap berat basah tanaman adalah berkisar 25,83--30,49%. Kisaran persentase tersebut berada dalam kisaran yang lebih tinggi dibandingkan persentase berat kering terhadap berat basah tanaman pada umumnya. Menurut Salisbury & Ross (1992a: 128), pada umumnya tanaman tidak berkayu mengandung bahan kering (berat kering) sebesar 15--20%, sedangkan sisanya adalah air. Bahan kering tersebut merupakan bahan-bahan yang tidak hilang setelah dilakukan pemanasan pada suhu 70-80° C selama satu atau dua hari.

Nilai persentase peningkatan rerata tinggi akhir yang diberikan strain (BAD5 = 2%, GIA13a = 9,7%, dan TAB7 = 2,6%) dalam penelitian ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Banerjee *dkk.* (1997: 595--596) dan Saadatnia & Riahi (2009: 207--112). Hasil penelitian Banerjee *dkk.* (1997: 596) menunjukkan bahwa pemberian *Anabaena flos aquae* dan *Aulosira fertilissima* dapat meningkatkan rerata tinggi tanaman masing-masing sebesar 46% dan 18% dibandingkan kontrol. Hasil pemberian *mixculture Anabaena* (*A. spiroides*, *A. variabilis*, *A. torulosa* dan *A. osillariodes*) pada penelitian Saadatnia dan Riahi (2009: 210) dapat meningkatkan rerata tinggi tanaman 53% dibandingkan kontrol.

Apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Banerjee *dkk.* (1997: 595--596) dan Saadatnia & Riahi (2009: 207--212), nilai persentase peningkatan rerata panjang akar yang diberikan ketiga strain (BAD5 = 0,7%, GIA13a = 35,04%, dan TAB7 = 18,26%) dalam penelitian ini pun relatif lebih kecil. Hasil penelitian Banerjee *dkk.* (1997: 595--596) menunjukkan bahwa pemberian *Anabaena flos aquae* dan *Aulosira fertilissima* dapat meningkatkan rerata panjang akar tanaman masing-masing sebesar 150% dan 50% dibandingkan kontrol. Pemberian *mixculture Anabaena* (*A. spiroides*, *A. variabilis*, *A. torulosa* dan *A. osillariodes*) pada penelitian Saadatnia dan Riahi (2009: 210) dapat meningkatkan rerata panjang akar tanaman 66% dibandingkan kontrol.

Nilai persentase peningkatan rerata berat basah (GIA13a = 17,1% dan TAB7 = 0,24%) dan berat kering (BAD5 = 0,9%, GIA13a = 23,9%, dan TAB7 = 18,3%) tanaman padi dalam penelitian ini menunjukkan nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Saadatnia & Riahi (2009: 210) dan nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Rahayu (1996: 33). Pemberian *mixculture Anabaena* pada penelitian Saadatnia & Riahi (2009: 210) dapat meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman padi masing-masing sebesar 69% dan 137,5% dibandingkan dengan kontrol. Sementara itu, hasil penelitian Rahayu (1996: 33) menunjukkan bahwa pemberian Cyanobacteria dari produk MICROP-BG dapat meningkatkan berat kering tanaman sebesar 11,52% dibandingkan kontrol (Rahayu 1996: 33).

Perbedaan nilai persentase peningkatan terhadap rerata tinggi akhir, panjang akar, berat basah dan berat kering tersebut mungkin disebabkan oleh

perbedaan jumlah biomassa, frekuensi pemberian dan waktu pemberian Cyanobacteria yang diberikan pada masing-masing penelitian. Pada penelitian Banerjee *dkk.* (1997: 595--596), biomassa Cyanobacteria yang diberikan pada tanaman padi adalah sebanyak 10 g berat basah/pot. Pemberian Cyanobacteria dilakukan dua kali pada fase vegetatif dan satu kali pada fase generatif. Pemberian biomassa Cyanobacteria pada penelitian Saadatnia & Riahi (2009: 207--212) adalah sebanyak 1 g berat kering/pot. Pemberian Cyanobacteria tersebut dilakukan seminggu sebelum dan sesudah proses penanaman bibit padi. Sementara itu, pemberian MICROP-BG pada penelitian Rahayu (1996: 33) adalah sebanyak $3,5 \times 10^{-4}$ g/pot tanpa keterangan waktu pemberian.

Kadar yang diberikan (2 g berat basah) pada penelitian ini diduga masih tergolong sedikit apabila dibandingkan dengan Banerjee *dkk.* (1997: 595--596) dan Saadatnia & Riahi (2009: 207--212). Kadar tersebut mungkin menyebabkan amonia, hasil penambatan nitrogen bebas dari udara, hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan Cyanobacteria. Kemungkinan lain adalah amonia yang dikeluarkan ke lingkungan masih rendah. Sehingga kadar tersebut mungkin belum mampu meningkatkan nilai persentase rerata tinggi akhir, panjang akar, berat basah, dan berat kering lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian lain.

Menurut Simanungkalit *dkk.* (2006: 116), salah satu faktor yang memengaruhi besarnya penambatan nitrogen oleh Cyanobacteria terhadap kebutuhan nitrogen tanaman adalah besarnya biomassa Cyanobacteria yang diberikan. Berdasarkan beberapa penelitian, penggunaan biomassa Cyanobacteria yang banyak menyebabkan persentase peningkatan dalam beberapa parameter pertumbuhan menjadi meningkat. Roger & Reynaud (1982: 147) melaporkan bahwa biomassa terbanyak Cyanobacteria yang pernah diberikan terhadap tanaman padi adalah sebesar 400 g/m^2 berat kering. Akan tetapi, Roger (1995: 266) menyatakan bahwa belum terdapat ketentuan batas, baik minimal maupun maksimal, biomassa Cyanobacteria yang dapat diberikan terhadap tanaman padi.

Selain itu, faktor lain yang mungkin memengaruhi hasil penambatan nitrogen bebas dari udara adalah penggunaan jenis Cyanobacteria yang berbeda. Jenis Cyanobacteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7. *Nostoc* dengan strain berbeda diduga memiliki

kemampuan menambat nitrogen bebas dari udara yang berbeda juga. Dengan demikian, banyaknya amonia yang dihasilkan tiap strain *Nostoc* juga berbeda. Amonia, hasil penambatan nitrogen bebas, akan digunakan oleh *Nostoc* untuk metabolismenya. Apabila terdapat sisa amonia yang tidak digunakan oleh *Nostoc*, maka ammonia tersebut akan dikeluarkan oleh *Nostoc* ke lingkungan tanah (Irisarri 2006: 419). Selanjutnya amonia akan terhidrolisis menjadi ion amonium di dalam tanah (Mishra & Pabbi 2004: 6).

Ion amonium kemudian diserap oleh rambut akar tanaman padi secara difusi menuju sitoplasma, plastid akar, dan kloroplas daun. Ion amonium yang berada di sitoplasma dan plastid akar kemudian akan diubah menjadi glutamin dengan bantuan enzim GS (*glutamine Synthetase*). Glutamin kemudian akan bereaksi dengan *2-oxoglutarate* membentuk dua molekul glutamat. Hal tersebut terjadi dengan bantuan enzim GOGAT (*Glutamate Synthase*). Dua molekul glutamat yang dihasilkan kemudian akan digunakan untuk proses metabolisme tanaman padi (Taiz & Zeiger 2002: 328).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil rerata tinggi akhir, berat basah, dan berat kering tanaman padi yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian lain (Banerjee *dkk.* (1997: 595--596) dan Saadania & Riahi (2009: 207--212). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap parameter pertumbuhan: tinggi akhir, berat basah, dan berat kering tanaman padi Ciherang (Lampiran 6). Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) juga menunjukkan bahwa pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh terhadap jumlah buah total, berat basah buah total, berat kering buah total (Lampiran 6) dan jumlah bulir (Lampiran 7).

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah bulir, jumlah buah total, berat basah dan berat kering buah total, serta berat basah dan berat kering, akan tetapi hasil uji Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 8 dan Lampiran 10) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan jumlah buah isi. Hasil uji ANOVA ($\alpha = 0,05$) (Lampiran 12) juga menunjukkan bahwa pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah kosong. Hasil uji dari tiga parameter tersebut menunjukkan bahwa pemberian

strain *Nostoc* BAD5, GIA13a, dan TAB7 mampu meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi (bernas), serta menurunkan jumlah buah kosong dibandingkan kontrol.

Pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap panjang akar, jumlah buah isi dan kosong mungkin terjadi karena masing-masing strain mengeluarkan amonia ke lingkungan tanah. Amonia tersebut kemudian akan terhidrolisis menjadi ion amonium, yang dapat diserap dan digunakan oleh akar tanaman. Akar tanaman merupakan organ tanaman yang berperan penting dalam penyerapan unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Amonium yang diserap oleh akar tanaman dapat diasimilasi menjadi asam amino dan amida yang dapat digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel akar tanaman sehingga akar tanaman dapat menjadi panjang (Taiz & Zeiger 2002: 328--329).

Akar yang panjang mungkin dapat menyebabkan penyerapan nutrisi lebih baik. Apabila nutrisi yang terserap lebih banyak, kemungkinan nutrisi yang tersedia bagi tanaman padi juga menjadi lebih banyak. Nutrisi tersebut selanjutnya akan digunakan untuk asimilasi asam amino dan amida yang dapat digunakan untuk kebutuhan nitrogen tanaman padi, terutama untuk proses pembentukan buah selama fase generatif (Salisbury & Ross 1992b: 126).

Hasil uji LSD ($\alpha = 0,05$) terhadap panjang akar menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara perlakuan GIA13a dengan kontrol dan GIA13a dengan BAD5. Hasil uji LSD ($\alpha = 0,05$) terhadap jumlah buah isi menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara perlakuan GIA13a dengan kontrol. Sementara itu, hasil uji LSD ($\alpha = 0,05$) terhadap jumlah buah kosong menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara perlakuan BAD5 dengan kontrol, GIA13a dengan kontrol, dan TAB7 dengan kontrol. Berdasarkan hasil uji LSD ($\alpha = 0,05$) tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian GIA13a merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi, serta menurunkan jumlah buah kosong. Hal tersebut diduga bahwa strain GIA13a mungkin dapat menghasilkan amonia lebih banyak dibandingkan kedua strain lain (BAD5 dan TAB7).

4.2.2 Pengamatan Parameter Lingkungan

Nilai pH selama penelitian berkisar antara 5,7--6,9. Pengukuran nilai pH tersebut berada pada nilai pH yang optimum baik bagi pertumbuhan tanaman padi maupun pertumbuhan *Nostocales*. Menurut Soedyanto *dkk.* (1984: 33); Purwono & Purnamawati (2007: 8), tanaman padi dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH tanah 4--7. Menurut Stewart (1980: 616); Roger & Reynaud (1982: 152), *Nostocales* umumnya dapat hidup pada pH tanah berkisar 5--7.

Menurut De Datta (1981: 92), kenaikan pH tanah masam menjadi pH mendekati netral tersebut dapat disebabkan oleh kondisi tanah yang digenangi air. Pada tanah yang digenangi air diduga terjadi akumulasi ion amonium di dalam tanah sehingga menjadikan pH tanah masam meningkat hingga mendekati pH netral (Rinsema 1993: 20). Ion amonium tersebut diduga berasal dari tanah ataupun dari hasil penambatan nitrogen bebas oleh *Nostoc*. Menurut Rinsema (1993: 20--23), tumbuhan pada umumnya dapat tumbuh dengan optimal pada nilai pH yang mendekati netral, yaitu antara 5,4--7,2. Hal tersebut disebabkan hampir semua unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan terdapat pada pH yang mendekati netral (Jones & Jacobsen 2001: 7).

Peningkatan nilai pH (dari 5,7--6,9) juga mungkin terjadi disebabkan oleh pemberian pupuk KCl dan SP36 ke tanah. Secara umum, pemberian pupuk dapat memengaruhi pH di dalam tanah. Pemberian pupuk tersebut dapat memberikan pengaruh basa atau asam terhadap pH tanah. Menurut Rinsema (1993: 25--26), pemberian pupuk KCl dan SP36 dapat menyebabkan pH tanah menjadi basa atau mendekati pH netral.

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari selama penelitian adalah berkisar antara 0--18.150 luks. Intensitas cahaya 0 luks dihasilkan pada pengamatan sore hari (pukul 18.00), sedangkan intensitas cahaya 18.150 luks dihasilkan pada pengamatan siang hari (pukul 14.00). Hasil intensitas cahaya tertinggi (18.150 luks) lebih rendah daripada kisaran optimum untuk pertumbuhan padi, yaitu 32.300--86.100 luks pada tanah persawahan (Griffiths 1994: 199) dan pertumbuhan *Cyanobacteria*, yaitu 35--50 kluks (Roger & Reynaud 1982: 149--150). Intensitas cahaya hasil pengukuran selama penelitian tersebut mungkin

kurang cukup mendukung pertumbuhan padi dan *Nostoc*. Hal tersebut diduga karena berkurangnya penetrasi cahaya matahari ke dalam rumah kaca akibat debu dan kotoran yang menutupi bagian atap rumah kaca. Menurut Mastalerz (1977:76) lihat Yuniati (1992: 37), cahaya yang masuk ke dalam rumah kaca dapat berkurang sebesar 25% karena terhalang oleh lapisan debu yang menempel pada tempat masuknya cahaya.

Suhu udara yang diukur selama penelitian berkisar antara 25°--35° C. Suhu udara dengan kisaran 25°--34° C masih tergolong suhu optimum baik bagi kelangsungan pertumbuhan padi maupun pertumbuhan Cyanobacteria. Menurut Griffiths (1994: 201), kisaran suhu udara untuk pertumbuhan padi yang optimum pada tanah persawahan, yakni berkisar antara 18°--40° C. Sementara itu, kisaran suhu udara bagi pertumbuhan optimum Cyanobacteria pada tanah persawahan adalah berkisar antara 30°--35° C (Roger & Reynaud 1982: 151).

Hasil nilai pengukuran terhadap suhu tanah tidak berbeda jauh dengan suhu udara, yaitu berkisar 25°--36° C. Hasil pengukuran suhu tanah tersebut diduga optimum untuk pertumbuhan padi. Menurut Rahayu (2006: 2), suhu tanah untuk pertumbuhan optimum tanaman padi umumnya lebih rendah daripada suhu udara. Oleh karena itu, suhu tanah untuk pertumbuhan optimum tanaman padi tidak berbeda dari kisaran suhu udara untuk pertumbuhan padi, yaitu antara 18°--40° C (Datta 1981: 26).

Hasil pengukuran suhu tanah (36° C) dalam penelitian ini lebih tinggi daripada suhu tanah untuk pertumbuhan optimum mikroorganisme tanah, yakni berkisar antara 18°--30° C (Hanafiah 2005: 88). Namun, *Nostoc* yang diberikan pada tanaman padi diduga masih dapat tumbuh meskipun tidak optimal. Hal tersebut karena suhu tanah (25°--36° C) masih berada di bawah kisaran suhu maksimum 40° C bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah. Menurut Hanafiah (2005: 92), suhu maksimum 40° C umumnya menyebabkan aktivitas mikroorganisme menjadi terhambat dan pertumbuhan mikroorganisme menjadi terhenti. Suhu tanah yang tinggi dapat memengaruhi fungsi enzim, seperti enzim nitrogenase, menjadi tidak aktif (Howard 1996: 2967). Hal tersebut mungkin dapat menyebabkan proses penambatan nitrogen dari udara bebas menjadi

terhambat, sehingga pembentukan hasil dari penambatan nitrogen juga akan terhambat.

Parameter lingkungan lain yang diukur adalah kelembapan udara. Kelembapan udara yang diukur berkisar antara 70--91%. Kelembapan relatif yang tinggi (91%) mungkin dikarenakan cuaca pada hari tertentu mendung dan hujan. Hujan menyebabkan tekanan uap air tinggi, sehingga kelembapan di dalam rumah kaca meningkat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Datta (1981: 17), bahwa kelembapan berhubungan dengan tekanan uap air yang terdapat di atmosfer pada suhu tertentu.

Kelembapan udara juga berhubungan dengan proses transpirasi dalam tumbuhan. Sementara itu, proses transpirasi membantu penyerapan nutrisi dari dalam tanah ke daun. Apabila kelembapan udara rendah, maka proses transpirasi menjadi tinggi, dan sebaliknya apabila kelembapan udara tinggi, maka proses transpirasi menjadi rendah. Dengan demikian, apabila kelembapan udara rendah, maka proses transpirasi menjadi tinggi (Campbell *dkk.* 1999: 319).

4.2.3 Pengamatan Strain *Nostoc* setelah Pemupukan

Hasil pengamatan makroskopis setelah pemupukan (15, 30, 45, dan 60 hst) menunjukkan pemberian strain BAD5, GIA13a, dan TAB7 menjadikan struktur tanah lebih gembur, dibandingkan dengan struktur tanah kontrol yang lebih padat. Hal tersebut mungkin karena filamen Cyanobacteria dalam tanah memperbesar pori-pori tanah, sehingga struktur tanah menjadi lebih gembur. Menurut Saadatnia & Riahi (2009: 207), keberadaan Cyanobacteria di tanah persawahan menjadikan tanah subur dengan cara memperbesar pori-pori tanah dengan struktur filamennya. Semakin banyak populasi strain pada permukaan tanah diduga menyebabkan tanah pada perlakuan semakin subur.

Hasil pengamatan mikroskopis setelah pemupukan juga menunjukkan bahwa terdapat sel akinet pada filamen strain. Sel akinet tersebut terlihat memiliki ukuran lebih besar dengan dinding sel lebih tebal dibandingkan sel vegetatif. Sel akinet tersebut diduga terbentuk karena pengaruh suhu tinggi (36°C) dan kondisi lingkungan kering pada permukaan tanah. Hal tersebut sesuai

dengan pernyataan yang menjelaskan bahwa sel akinet terbentuk pada saat kondisi lingkungan tidak menguntungkan, seperti kekeringan (Vashishta 1999: 39). Menurut Vashishta (1999: 24), sel akinet berasal dari diferensiasi sel vegetatif yang membesar dan dipenuhi cadangan makanan. Selain sebagai penyimpan nutrisi, sel akinet juga diketahui berfungsi sebagai organ reproduktif.

Keberadaan sel heterokis dan sel akinet pada filamen ketika pengamatan mikroskopis diduga karena *Nostoc* sedang berkembang biak. Menurut Vashishta (1999: 40), *Nostoc* dapat berkembang biak dengan cara membentuk sel heterokis dan sel akinet. Selain itu, keberadaan sel vegetatif yang tidak membentuk untaian juga diduga bahwa *Nostoc* sedang berkembang biak dengan cara pembentukan hormogonia. Menurut Vashishta (1999:40), reproduksi *Nostoc* umumnya terjadi dengan cara pembentukan hormogonia. Hormogonia terbentuk dari kumpulan sel-sel vegetatif yang awalnya terburai dan tidak membentuk untaian lagi, kemudian kumpulan sel vegetatif tersebut menjadi untaian filamen yang baru.

Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis setelah pemupukan menunjukkan bahwa strain *Nostoc* masih terlihat setelah pemupukan 15, 30, 45, dan 60 hst. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa strain *Nostoc* yang diberikan pada tanaman padi dapat tumbuh pada perlakuan BAD5, GIA13a, dan TAB7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Nostoc* dapat tumbuh pada media tanah yang telah disterilisasi dengan formalin 1%.

Penggunaan formalin untuk sterilisasi tanah bertujuan untuk menghilangkan mikroorganisme yang mungkin dapat membiaskan data pengaruh pemberian *Nostoc* dalam penelitian. Sterilisasi tanah dengan menggunakan formalin bertujuan untuk mencegah dan menghilangkan jamur yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Selain itu, larutan formalin digunakan untuk menghilangkan cacing yang dapat merusak akar tanaman (Newhall 1955: 222). Menurut Pelczar & Chan (1988: 498), larutan formalin merupakan salah satu disinfektan yang berfungsi untuk mematikan mikroorganisme hidup, seperti bakteri. Larutan formalin bersifat mudah menguap ke udara dalam bentuk gas. Hal tersebut membuat residu formalin yang melekat pada tanah yang dikeringkan dapat berkurang (Pelczar & Chan 1988: 585). Selain sebagai disinfektan, larutan

formalin umumnya dapat digunakan dalam pengawetan sampel mikroalga, seperti Cyanobacteria (Pereira *dkk.* 2009: 136).

Penggunaan larutan formalin untuk sterilisasi media tanam telah dilakukan dalam penelitian Yuniati (1992: 22). Penelitian Yuniati menggunakan larutan formalin dengan konsentrasi 0,8% untuk mensterilkan media tanah pasir. Media tanah pasir kemudian dijemur selama seminggu untuk menguapkan formalin yang masih tersisa (Hastman & Kester 1975 *lihat* Yuniati 1992: 22). Formalin dengan kadar rendah umumnya dapat digunakan sebagai sterilan media tanaman dalam penelitian (Yuniati, komunikasi pribadi). Oleh karena itu, penggunaan larutan formalin 1% untuk sterilisasi tanah dalam penelitian mungkin masih dalam batas aman, karena *Nostoc* yang terlihat pada pengamatan makroskopik dan mikroskopik masih dapat tumbuh. Selain itu, tanaman padi Ciherang yang tumbuh juga masih menunjukkan karakteristik padi pada umumnya.

Akan tetapi, penggunaan formalin terhadap tanah merupakan salah satu faktor yang mungkin memengaruhi pertumbuhan *Nostoc* dan padi. Pengeringan tanah setelah disterilisasi dengan formalin mungkin belum sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan formalin dalam tanah. Kandungan formalin yang mungkin masih terdapat dalam tanah juga belum tentu tidak memengaruhi pertumbuhan tanaman padi dan *Nostoc*. Meskipun formalin diketahui dapat menghilangkan jamur dan cacing tanah yang mungkin dapat mengganggu pertumbuhan tanaman padi, akan tetapi mungkin masih ada mikroorganisme tanah yang dapat toleran terhadap formalin.

Selain itu, kandungan unsur dalam tanah dan keberadaan mikroorganisme lain juga mungkin menjadi faktor yang memengaruhi pertumbuhan *Nostoc* dan padi. Pemeriksaan kandungan unsur hara dalam tanah sebelum dan sesudah *Nostoc* diberikan, serta pengujian laju fiksasi nitrogen mungkin dapat membantu menjelaskan apakah *Nostoc* dapat mengeluarkan amonia ke lingkungan tanah yang telah disterilisasi dengan formalin. Hal tersebut mungkin juga akan mendukung pembahasan lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap tanaman padi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap pertumbuhan vegetatif dan fase generatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Ciherang diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemberian *Nostoc* strain GIA13a, BAD5, dan TAB7 tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman; jumlah bulir; jumlah buah total; berat basah buah dan berat kering buah total; serta berat basah dan berat kering tanaman padi per rumpun, dengan uji ANOVA ($\alpha = 0,05$).
2. Pemberian *Nostoc* strain GIA13a, BAD5, dan TAB7 berpengaruh meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi (dengan uji Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$), serta menurunkan jumlah buah kosong dibandingkan kontrol (dengan uji Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).
3. Pemberian GIA13a merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan panjang akar dan jumlah buah isi, serta menurunkan jumlah buah kosong, dengan uji LSD ($\alpha = 0,05$).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pencarian suatu metode untuk mendapatkan biomassa strain *Nostoc* yang cukup untuk pemupukan tanaman padi.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan beberapa kadar biomassa *Nostoc* terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman padi.

DAFTAR REFERENSI

- Anugrah, I.S., Sumedi & I.P. Wardana 2008. Gagasan dan implementasi *system of rice intensification* (SRI) dalam kegiatan budidaya padi ekologis (BPE). *Analisis Kebijakan Pertanian* **6**(1): 75--99.
- Ardianto, J.B. 2008. Pengaruh salinitas terhadap pembibitan biji *Jatropha curcas* L. (jarak pagar). Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia, Depok: x + 53 hlm.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BBPPT). 2009. *Deskripsi Varietas Padi*. Departemen Pertanian, Bogor: v + 105 hlm.
- Banerjee, M., A. Sharma & T. Thomas. 1997. Short communication: Potential use of lake Cyanobacterial biomass as fertilizer for the cultivation of food crops. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **13**: 595--596.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne. 1985. *Introduction to the algae*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey: xvi + 706 hlm.
- Campbell, N.A., J.B. Reece & L.G. Mitchell. 1999. *Biologi*. Ed. ke-5. Jilid ke-2. Terj. dari *Biology*. 5th ed., oleh Safitri, A, L. Simarmata & H.W. Hardani. Erlangga, Jakarta: xxii + 404 hlm.
- Chang, T., E.A. Bardenas & A.C. Del Rosario. 1965. The morphology and varietal characteristic of the rice plant. *Technical Bulletin* **4**: 1--35.
- Conover, W.J. 1980. *Practical Nonparametric Statistics*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York: xiv + 493 hlm.
- De Datta, S.K. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. John Wiley and Sons, New York: xix + 618 hlm.
- Fay, P. 1992. Oxygen relations of nitrogen fixation in Cyanobacteria. *Microbiological Reviews* **56**(2): 340--373.
- Gantar, M., N.W. Kerby, P. Rowell, Z. Obreht & C. Scrimgeour. 1995. Colonization of wheat (*Triticum vulgare* L.) by N₂-fixing cyanobacteria: IV. Dark nitrogenase activity and effects of cyanobacteria on natural ¹⁵N abundance in the plants. *New Phytologist* **129**(2): 337--343.

- Gao, K & D. Zou. 2001. Photosynthetic bicarbonate utilization by terrestrial Cyanobacterium, *Nostoc flagelliforme* (Cyanophyceae). *Journal of Phycology* **37**: 768--771.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce & R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi tanaman budidaya*. Terj. dari *Physiology of crop plants*, oleh Susilo, H. UI-Press, Jakarta: ix + 420 hlm.
- Goodwin & Mercer. 1983. *Introduction to Plant Biochemistry*. 2nd ed. Pergamon Press, New York: ix + 677 hlm.
- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall, Inc., New Jersey: xvi + 640 hlm.
- Griffiths, J.F. 1994. *Handbook of agricultural meteorology*. Oxford University Press, Inc., New York: xii + 320 hlm.
- Gurung, S & B.N. Prasad. 2005. Azolla and Cyanobacteria (BGA): Potential biofertilizer for rice. *Scientific World* **3**(3): 85--89.
- Hamid, A. 2004. Penentuan jumlah benih padi sebar langsung untuk menekan pertumbuhan gulma. *Buletin Teknik Pertanian* **9**(1): 1--3.
- Hanafiah, A.K. 2005. *Dasar-dasar ilmu tanah*. PT. Rajagrafindo Perkasa, Jakarta: xxvi + 360 hlm.
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman*. Jilid ke-2. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta: xi + 423 hlm.
- Henson, B.J., L.E. Watson & S.R. Barnum. 2002. Molecular differentiation of the heterocystous Cyanobacteria, *Nostoc* and *Anabaena*, based on complete *NifD* sequences. *Current Microbiology* **45**: 161--164.
- Hidayati, N. 2009. Efektivitas pupuk hayati pada berbagai lama simpan terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays*). Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor: i + 15 hlm.
- Hoshaw, R.W. & R. Rosowski. 1979. Methods for microscopic algae. Dalam: Stein, J.R. (ed.). 1979. *Handbook of phycological methods: Culture methods and growth measurement*. Cambridge University Press, Cambridge: 160--167.

- Howard, J.B. 1996. Structural basis of biological nitrogen fixation. *Chemical Reviews* **96**(7): 2965--2982.
- Irisarri, P. 2006. Role of Cyanobacteria as biofertilizers: potentials and limitations. *Dalam: Rai, M.K. (ed.). 2006. Handbook of microbial biofertilizers*. Haworth Press, Inc., New York: 417--132.
- Jones, C & J. Jacobsen. 2001. Plant nutrition and soil fertility. *Montana State University* (2): 1--11.
- Kasniari, D.N & A.A.N. Supadma. 2007. Pengaruh pemberian beberapa dosis pupuk (N, P, K) dan jenis pupuk alternatif terhadap hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dan kadar N, P, K inceptisol Selemadeg, Tabanan. *Agritrop* **26**(4): 168--176.
- Kim, Jeong-Dong & Choul-Gyun, Lee. 2006. Diversity of heterocystous filamentous Cyanobacteria (blue-green algae) from rice paddy fields and their differential susceptibility to ten fungicides used in Korea. *Journal of Microbiology and Biotechnology* **16**(2): 240--246.
- Kumar, H.D. 1985. *Algal cell biology*. Affiliated East-West Press Pvt Ltd., New Delhi: viii + 201 hlm.
- Las, I., K. Subagyo, dan A.P. Setiyanto. 2006. Isu dan Pengelolaan lingkungan dalam revitalisasi pertanian. *Jurnal Litbang Pertanian* **25**(3): 106--114.
- Latifah, S. 2004. Tinjauan konseptual model pertumbuhan dan hasil tegakan hutan. *USU Digital Library*: 1--5.
- Lorenz, M., T. Friedl & J.G. Day. 2005. Perpetual maintenance of actively metabolizing microalgal cultures. *Dalam: Andersen, R.A. (ed.). 2005. Algal culturing techniques*. Elsevier Inc., Amsterdam: 145--156.
- Mishra, U. & S. Pabbi. 2004. Cyanobacteria: A potential biofertilizer for rice. *Resonance*: 6--10.
- Mutakin, J. 2010. Budidaya dan keunggulan padi organik metode SRI. (?): 4 hlm. http://www.garutkab.go.id/download_files/article/ARTIKEL%20SRI.pdf, 1 Mei 2010, pk. 20.20 WIB.
- Newhall, A.G. 1955. Disinfestation of soil by heat, flooding and fumigation. *Botanical Review* **21**(4): 189--250.

- Nicholas, D.J.D. 1980. *Mineral nutrient requirements and utilization by algal flora of freshwater lakes*. Australian Government Publishing Service, Canberra: viii + 52 hlm.
- Nilsson, M., J. Bhattacharya, A.N. Rai & B. Bergman. 2002. Colonization of roots of rice (*Oryza sativa*) by symbiotic *Nostoc* strains. *New Phytologist* **156**(3): 517--525.
- Pelczar, M.J. & E.C.S. Chan. 1988. *Dasar-dasar mikrobiologi*. Terj. dari *Elements of microbiology*, oleh Hadioetomo, R. S., T. Imas, S. S. Tjitrosomo & S. L. Angka. UI-Press, Jakarta: viii + 945 hlm.
- Pereira, I., R. Ortega, L. Barrientos, M. Moya, G. Reyes, & V. Kramm. 2009. Development of a biofertilizer based on filamentous nitrogen-fixing Cyanobacteria for rice crops in Chile. *Journal Applied Phycology* **21**: 135--144.
- Peters, G.A. 1978. Blue-green algae and algal associations. *BioScience* **28**(9): 580--585.
- Pirngadi, K. 2009. Peran bahan organik dalam peningkatan produksi padi berkelanjutan mendukung ketahanan pangan nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian* **2**(1): 48--64.
- Poots, M. 1997. Etymology of the genus name *Nostoc* (Cyanobacteria). *International Journal of Systematic Bacteriology* **47**(2): 584.
- Pratama, A.A. 2010. Efisiensi penggunaan nitrogen pada padi (*Oryza sativa*). Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor: i + 18 hlm.
- Purwono & H. Purnamawati. 2007. *Budidaya 8 jenis tanaman pangan unggul*. Penebar Swadaya, Jakarta: 138 hlm.
- Pusat Penelitian & Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2003. Pemupukan fosfat dan kalium tanah sawah berdasarkan uji tanah mendukung pertanian organik. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia* **25**(4): 1--2.
- Puslitbangtan (Pusat Penelitian & Pengembangan Tanaman Pangan). 2009. Sejauhmana adopsi varietas padi dewasa ini?. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia* **31**(6): 6--7.

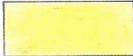
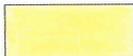
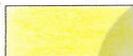
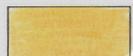
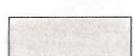
- Rabenandrasana, J. 2002. Revolusi dalam intensifikasi padi. *Salam*: 10--11.
- Rahayu, T. 1996. Pemanfaatan Ganggang Hijau-Biru (*Blue Green Algae*) dalam upaya peningkatan pertumbuhan, serapan nitrogen dan produksi padi (*Oryza sativa* L.) varietas IR-64 pada latosol (inseptisol) semplak dan podsolik (ultisol) rumpin Kabupaten Bogor. Skripsi Sarjana S1 Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor: vii + 52 hlm.
- Rahayu, T. 2006. *Budidaya tanaman padi dengan teknologi Mig-6 plus*. (?): 10 hlm. migroplus.com/brosur/Budidaya%20Tanaman%20Padi.pdf, 10 April 2010, pk. 17.00 WIB.
- Rai, A.N., E. Soderback & B. Bergman. 2000. Cyanobacterium-plant symbioses. *New Phytologist* **147**(3): 449--481.
- Rinsema, W.T. 1993. *Pupuk dan cara pemupukan*. Terj. dari *Bemesting en meststoffen*, oleh Saleh, H.M. Penerbit Bhratara, Jakarta: vii + 235 hlm.
- Roger, P.A. 1995. Biological N₂-fixation and its management in wetland rice cultivation. *Fertilizer Research* **42**: 261--276.
- Roger, P.A & S.A. Kulasoorya. 1980. *Blue green algae and rice*. The International Rice Research Institute, Filipina: 108 hlm.
- Roger, P.A., & P.A. Reynaud. 1982. Free living blue-green algae in tropical soil. *Dalam Dommergues, Y. & H. Diem (eds.). 1982. Microbiology of tropical soils and plant productivity*. Martinus Nijhoff Publiher La Hague, Netherlands: 147--168.
- Saadatnia, H. & Riahi, H. 2009. Cyanobacteria from paddy fields in Iran as biofertilizer in rice plants. *Plant Soil Environment* **55**(5): 207--212.
- Salisbury, F.B & C.W. Ross. 1992a. *Fisiologi tumbuhan*. Jilid ke-1. Terj. dari *Plant physiology*, oleh Lukman, D.R & Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung: 15a + 241 hlm.
- Salisbury, F.B & C.W. Ross. 1992b. *Fisiologi tumbuhan*. Jilid ke-2. Terj. dari *Plant physiology*, oleh Lukman, D.R & Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung: 13a + 173 hlm.
- Salisbury, F.B & C.W. Ross. 1992c. *Fisiologi tumbuhan*. Jilid ke-3. Terj. dari *Plant physiology*, oleh Lukman, D.R & Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung: 16a + 343 hlm.

- Saraswati, R. & Sumarno. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* 3(1):41--58.
- Seumahu, C.A., A. Suwanto & A. Tjahjoleksono. 1997. Karakteristik sejumlah isolat bakteri fotosintetik anoksigenik untuk pupuk hayati padi. *Hayati*, 4(3): 67--71.
- Simanungkalit, R.D.M. 2001. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk kimia: Suatu pendekatan terpadu. *Buletin AgroBio* 4(2): 56--61.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini & W. Hartatik. 2006. *Pupuk Anorganik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor: iii + 283 hlm.
- Sinaga, D.A. Pengukuran kadar klorofil dan protein empat isolat *Nostoc* [Vaucher 1803] Bornet et Flauhalt 1886 koleksi Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi, FMIPA UI. Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia, Depok: xiii + 64 hlm.
- Soedyanto, R.R.M. Sianipar, A. Susani, & Hardjanto. 1984. *Bercocok Tanam*. Jilid ke-2. Yasaguna, Jakarta: 186 hlm.
- Stewart, W.D.P. 1980. Systems involving blue green algae (Cyanobacteria). *Dalam: Bergersen, F. J. (ed.). 1980. Methods for evaluating biological nitrogen fixation*. John & Wiley Sons, Ltd., New York: x + 693 hlm.
- Sze, P. 1993. *A biology of the algae*. 2nd ed. Wm. C. Brown Publishers, Iowa: ix + 259.
- Taiz, L & E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3rd ed. Sinauer Associates, Inc., USA: 482 hlm.
- Thajuddin, N. & G. Subramanian. 2005. Cyanobacterial biodiversity and potential applications in biotechnology. *Current Science* 89(1): 47--57.
- Trihendradi, C. 2009. *Tujuh langkah mudah melakukan analisis statistik menggunakan SPSS 17*. Penerbit ANDI, Yogyakarta: x + 224 hlm.
- Vaishampayan, A., R.P. Sinha., D.P. Hader., T. Dey., A.K. Gupta., U. Bhan & A.L. Rao. 2001. Cyanobacterial biofertilizers in rice agriculture. *The Botanical Review* 67(4): 453--516

- Vashishta, B.R. 1999. *Botani for degree students: Algae*. S. Ghand & Company Ltd, New Delhi: viii + 456 hlm.
- Watanabe, M.W. 2005. Freshwater culture media. *Dalam*: Andersen, R.A. (ed.). 2005. *Algal culturing techniques*. Elsevier Academic Press, Amsterdam: 13--20.
- Whitton, B.A. & P.A. Roger. 1989. Use of blue green algae and *Azolla* in rice culture. *Society for General Microbiology* **25**:1--11.
- Whitton, B.A. 2000. Soils and rice fields. *Dalam*: Whitton, B.A. & M. Potts (eds.). 2000. *The ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers, Netherland: 233--255.
- Whitton, B.A. 2002. Phylum Cyanophyta (Cyanobacteria). *Dalam*: John, D.M., B.A. Whitton & A.J. Brook (eds.). 2002. *The freshwater algal floral of British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press, Cambridge: 25--122.
- Yuliana, P. 2009. Karakterisasi morfologi dan molekuler isolat-isolat *Nostoc* [Vaucher 1803] Bornet et Flauhalt 1886 dari tanah persawahan di Indonesia berdasarkan sekuen parsial gen 16S rRNA. Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia, Depok: xiii + 119 hlm.
- Yuniati, R. 1992. Pengaruh ektomikoriza terhadap pertumbuhan dan mutu bibit *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia, Depok: xiii + 50 hlm.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., London: xiv + 620 hlm.
- Zhao, X.M., Y.H. Bi, L. Chen, S. Hu & Z.Y. Hu. 2007. Responses of photosynthetic activity in the drought-tolerant Cyanobacterium, *Nostoc flagelliforme* to rehydration at different temperature. *Journal of Arid Enviroments* **72**(4): 370--377.

Lampiran 1

PANDUAN WARNA CASTELL-POLYCHROMOS NO. 9216

	101 Putih		136 Ungu loh		171 Hijau muda
	104 Kuning		137 Ungu terung		173 Hijau zaitun
	105 Kuning langsung		139 Ungu muda		174 Hijau cemara
	106 Kuning kunyit		141 Biru Delft		175 Sepia
	107 Kuning limau		144 Biru kobalt muda		176 Coklat
	108 Kuning kepodang		146 Biru langit		180 Coklat jangat
	109 Kuning jenar		147 Biru muda		182 Hartal coklat
	113 Jingga muda		148 Biru jelah		183 Hartal emas
	115 Jingga tua		149 Biru Cina		184 Hartal
	117 Merah merona		150 Biru Berlin		187 Hartal rentung
	118 Merah marak		151 Biru Prusia		189 Kayu manis
	121 Merah dadu		153 Biru merak		190 Merah Venetia
	124 Merah serah mawar		155 Balu		191 Merah Pompei
	126 Merah serah tua		159 Hijau rumput		192 Merah Indian
	127 Merah serah muda		161 Hijau tembaga		194 Lembayung
	128 Merah mengkudu mawar		162 Hijau jelah		195 Abu-abu muda
	129 Merah mengkudu jambon		163 Hijau zamrud		196 Abu-abu perak
	131 Merah daging medium		167 Hijau getah		197 Nilajada
	133 Merah anggur		168 Hijau lumut		198 Hitam sabak
	134 Merah lembayung		170 Hijau apel		199 hitam

Lampiran 2
Perhitungan Penggunaan *Nostoc* dari Hasil Konversi Pupuk Urea

Kadar berat basah *Nostoc* yang digunakan dalam penelitian adalah berdasarkan konversi kadar pupuk urea yang umum digunakan pada persawahan di Indonesia yaitu sebesar 200 kg/ha (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2003: 1). Penghitungan konversi pupuk urea menjadi kadar berat basah Cyanobacteria adalah,

Rekomendasi pupuk urea yang umum digunakan = 200 kg/ha

$$\begin{aligned} \text{Kadar pupuk urea diubah menjadi g/m}^2 &= 200 \text{ kg/ha} \\ &= \frac{200 \times 10^3}{10^4} \\ &= 20 \text{ g/m}^2 \end{aligned}$$

Luas untuk pot berdiameter 25 cm:

$$\begin{aligned} L &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 (12,5 \text{ cm})^2 \\ &= 490,625 \text{ cm}^2 \\ &= 0,0490625 \text{ m}^2 \\ &\approx 0,05 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Hasil konversi dari kadar pupuk urea:

$$\begin{aligned} 20 \text{ g/m}^2 &= x/0,05 \text{ m}^2 \\ x \text{ (g)} &= 1 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, kadar *Nostoc* hasil konversi dari kadar pupuk yang umum digunakan adalah sebesar 1 g

Lampiran 3
Perhitungan Penggunaan Pupuk KCl dan SP36

Kadar pupuk KCl dan SP36 yang digunakan dalam penelitian adalah berdasarkan konversi kadar pupuk KCl dan SP36 yang umum digunakan pada persawahan di Indonesia yaitu masing-masing sebesar 100 kg/ha dan 50 kg/ha (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2003: 1).

Penghitungan hasil konversi pupuk KCl dan SP36 adalah,

Rekomendasi pupuk fosfor dan kalium yang umum digunakan masing-masing sebesar 100 kg/ ha dan 50 kg/ ha

Kadar pupuk KCl dan SP36 diubah menjadi g/m^2

$$\begin{aligned}\text{Fosfor} &= 100 \text{ kg/ha} \\ &= \frac{100 \times 10^3}{10^4} \\ &= 10 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kalium} &= 50 \text{ kg/ ha} \\ &= \frac{50 \times 10^3}{10^4} \\ &= 5 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

Luas untuk pot berdiameter 25 cm:

$$\begin{aligned}L &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 (12,5 \text{ cm})^2 \\ &= 490,625 \text{ cm}^2 \\ &= 0,0490625 \text{ m}^2 \\ &\approx 0,05 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Hasil konversi dari kadar pupuk:

Fofor:

$$\begin{aligned}10 \text{ g/m}^2 &= x/0,05 \text{ m}^2 \\ x \text{ (g)} &= 0,5 \text{ g}\end{aligned}$$

Kalium:

$$\begin{aligned}5 \text{ g/m}^2 &= x/0,05 \text{ m}^2 \\ x \text{ (g)} &= 0,25 \text{ g}\end{aligned}$$

Jadi, kadar pupuk SP36 dan KCl yang diberikan pada tanaman padi masing-masing sebesar 0,5 gr dan 0,25 gr.

Lampiran 4

Uji Normalitas Shapiro-Wilk terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan
Generatif Tanaman Padi pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui normalitas data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun

Hipotesis:

Ho: Data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun berdistribusi normal

H₁: Data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun tidak berdistribusi normal

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Hasil Perhitungan:

No.	Parameter Pertumbuhan	Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	P
1.	Tinggi tanaman	0,941	24	0,175
2.	Panjang akar	0,912		0,038
3.	Jumlah bulir	0,802		0,000
4.	Jumlah buah total	0,924		0,071
5.	Jumlah buah isi	0,926		0,080
6.	Jumlah buah kosong	0,872		0,006
7.	Berat basah buah total	0,937		0,137
8.	Berat kering buah total	0,939		0,155
9.	Berat basah tanaman	0,924		0,073
10.	Berat kering tanaman	0,963		0,508

Kesimpulan:

Data tinggi tanaman, jumlah buah total, jumlah buah isi, berat basah buah total, berat kering buah total, berat basah tanaman, berat kering tanaman padi per rumpun berdistribusi normal. Sementara itu, data panjang akar, jumlah bulir, dan jumlah buah kosong tanaman padi per rumpun berdistribusi tidak normal.

Lampiran 5

Uji Homogenitas Levene terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan
Generatif Tanaman Padi pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui homogenitas variansi data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun

Hipotesis:

Ho: Data data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun bervariasi homogen

H₁: Data data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun tidak bervariasi homogen

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Hasil Perhitungan:

No.	Parameter Pertumbuhan	Levene			
		Statistik	df1	df2	P
1.	Tinggi tanaman	0,508	3	20	0,681
2.	Panjang akar	4,361	3	20	0,016
3.	Jumlah bulir	0,627	3	20	0,606
4.	Jumlah buah total	1,925	3	20	0,158
5.	Jumlah buah isi	3,433	3	20	0,037
6.	Jumlah buah kosong	1,799	3	20	0,180
7.	Berat basah buah total	2,375	3	20	0,100
8.	Berat kering buah total	1,707	3	20	0,198
9.	Berat basah tanaman	1,773	3	20	0,185
10.	Berat kering tanaman	0,396	3	20	0,757

Kesimpulan:

Data tinggi tanaman, jumlah bulir, jumlah buah total, jumlah buah kosong, berat basah buah total, berat kering buah total, berat basah tanaman, berat kering tanaman padi per rumpun bervariasi homogen. Sementara itu data panjang akar dan jumlah buah isi tidak bervariasi homogen.

Lampiran 6

Uji Parametrik ANOVA terhadap Data Pertumbuhan Fase Vegetatif dan Generatif
Tanaman Padi pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun

Hipotesis:

Ho: Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun

H₁: Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap data pertumbuhan fase vegetatif dan generatif tanaman padi per rumpun

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak dan apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Hasil Perhitungan:

Perlakuan		Jumlah Kuadrat	Df	Rata-rata Kuadrat	F	P
Tinggi tanaman	Antar kelompok	309,000	3	103,000	2,457	0,093
	Dalam kelompok	838,333	20	41,917		
	Jumlah	1147,333	23			
Jumlah buah total	Antar kelompok	60676,833	3	20225,611	2,105	0,132
	Dalam kelompok	192179,667	20	9608,983		
	Jumlah	252856,500	23			
Berat basah buah total	Antar kelompok	17,961	3	5,987	0,847	0,484
	Dalam kelompok	141,308	20	7,065		
	Jumlah	159,270	23			
Berat kering buah total	Antar kelompok	8,757	3	2,919	0,797	0,510
	Dalam kelompok	73,217	20	3,661		
	Jumlah	81,973	23			
Berat basah tanaman	Antar kelompok	383,625	3	127,875	1,200	0,335
	Dalam kelompok	2131,095	20	106,555		
	Jumlah	2514,720	23			
Berat kering tanaman	Antar kelompok	32,490	3	10,830	1,317	0,297
	Dalam kelompok	164,458	20	8,223		
	Jumlah	196,948	23			

Kesimpulan: Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah buah total, berat basah dan berat kering buah total, serta berat basah dan berat kering tanaman per rumpun.

Lampiran 7

Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Jumlah Bulir Tanaman Padi
per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap jumlah bulir per rumpun

Hipotesis:

H_0 : Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bulir per rumpun

H_1 : Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah bulir per rumpun

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka H_0 ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka H_0 diterima

Hasil Perhitungan:

	Nilai
Chi-Square	1,312
Df	3
Probabilitas	0,726

Nilai $P = 0,726$

Karena $P > 0,05$; maka H_0 diterima

Kesimpulan:

Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bulir per rumpun.

Lampiran 8

Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Panjang Akar Tanaman Padi
per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap panjang akar per rumpun pada 115 hst

Hipotesis:

H_0 : Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar per rumpun

H_1 : Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap panjang akar per rumpun

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka H_0 ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka H_0 diterima

Hasil Perhitungan:

	Nilai
Chi-Square	10,129
Df	3
Probabilitas	0,018

Nilai $P = 0,018$

Karena $P < 0,05$; maka H_0 ditolak

Kesimpulan:

Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman per rumpun.

Lampiran 9
Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Panjang Akar Tanaman Padi
per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan panjang akar tanaman per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

Hipotesis:

Ho: Tidak ada perbedaan panjang akar per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

H₁: Ada perbedaan panjang akar per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Hasil Perhitungan:

Perlakuan	P	
Kontrol dengan	BAD5	0,672
	GIA13a (*)	0,012
	TAB7	0,118
BAD5 dengan	Kontrol	0,672
	GIA13a (*)	0,031
	TAB7	0,243
GIA13a dengan	Kontrol (*)	0,012
	BAD5 (*)	0,031
	TAB7	0,276
TAB7 dengan	Kontrol	0,118
	BAB5	0,243
	GIA13a	0,276

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Keterangan: (*) $P < 0,05$ = ada perbedaan nyata pada perlakuan

Kesimpulan:

Terdapat perbedaan nyata pada panjang akar antara perlakuan GIA13a dengan kontrol dan GIA13a dengan BAD5.

Lampiran 10
 Uji Nonparametrik Kruskal-Wallis terhadap Data Jumlah Buah Isi (Bernas)
 Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap jumlah buah isi (bernas) per rumpun

Hipotesis:

Ho: Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah isi (bernas) per rumpun

H₁: Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah isi (bernas) per rumpun

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Hasil Perhitungan:

	Nilai
Chi-Square	8,353
Df	3
Probabilitas	0,039

Nilai $P = 0,039$

Karena $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Kesimpulan:

Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah isi (bernas) per rumpun.

Lampiran 11
Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Jumlah Buah Isi (Bernas)
Tanaman Padi per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan jumlah buah isi (bernas) tanaman per rumpun antar kelompok perlakuan

Hipotesis:

Ho: Tidak ada perbedaan jumlah buah isi (bernas) per rumpun antar kelompok perlakuan

H₁: Ada perbedaan jumlah buah isi (bernas) per rumpun antar kelompok perlakuan

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Hasil Perhitungan:

Perlakuan	P	
Kontrol dengan	BAD5	0,082
	GIA13a (*)	0,029
	TAB7	0,161
BAD5 dengan	Kontrol	0,082
	GIA13a	0,606
	TAB7	0,711
GIA13a dengan	Kontrol (*)	0,029
	BAD5	0,606
	TAB7	0,379
TAB7 dengan	Kontrol	0,161
	BAB5	0,711
	GIA13a	0,379

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Keterangan: (*) $P < 0,05$ = ada perbedaan nyata pada perlakuan

Kesimpulan:

Terdapat perbedaan nyata pada jumlah buah isi (bernas) perlakuan GIA13a dengan kontrol.

Lampiran 12
Uji Parametrik ANOVA terhadap Data Jumlah Buah Kosong Tanaman Padi
per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian *Nostoc* terhadap jumlah buah kosong per rumpun pada 115 hst

Hipotesis:

Ho: Pemberian *Nostoc* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah kosong per rumpun pada 115 hst

H₁: Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah kosong per rumpun pada 115 hst

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan:

Jika $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Jika $P > 0,05$; maka Ho diterima

Hasil Perhitungan:

	Jumlah Kuadrat	df	Rata-rata Kuadrat	F	P
Antar kelompok	0,849	3	0,283	14,620	0,000
Dalam kelompok	0,387	20	0,019		
Jumlah	1,236	23			

Nilai $P = 0,000$

Karena $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Kesimpulan:

Pemberian *Nostoc* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah kosong per rumpun pada 115 hst.

Lampiran 13

Uji Perbandingan Berganda LSD terhadap Data Jumlah Buah Kosong Tanaman
Padi per rumpun pada 115 hst

Tujuan:

Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan jumlah buah kosong tanaman per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

Hipotesis:

Ho: Tidak ada perbedaan jumlah buah kosong per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

H₁: Ada perbedaan jumlah buah kosong per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst

Taraf nyata:

Nilai α yang digunakan pada $\alpha = 0,05$

Hasil Perhitungan:

Perlakuan	P	
Kontrol dengan	BAD5 (*)	0,000
	GIA13a (*)	0,000
	TAB7 (*)	0,000
BAD5 dengan	Kontrol (*)	0,000
	GIA13a	0,821
	TAB7	0,154
GIA13a dengan	Kontrol (*)	0,000
	BAD5	0,821
	TAB7	0,225
TAB7 dengan	Kontrol (*)	0,000
	BAB5	0,154
	GIA13a	0,225

Pengambilan keputusan:

Apabila $P < 0,05$; maka Ho ditolak

Apabila $P > 0,05$; maka Ho diterima

Keterangan: (*) $P < 0,05$ = ada perbedaan nyata pada perlakuan

Kesimpulan:

Terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah buah kosong per rumpun antar kelompok perlakuan pada 115 hst, yaitu antara perlakuan BAD5 dengan kontrol; GIA13a dengan kontrol; serta TAB7 dengan kontrol.