

**KAJIAN PERANAN INOKULASI RHIZOBAKTERI
OSMOTOLERAN PADA TANAMAN PADI
DI TANAH PASIR PANTAI**

Tesis
**Untuk memenuhi sebagian persyaratan guna
mencapai derajat Sarjana S-2**

**Program studi Agronomi
Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian**



Diajukan oleh :

Gatot Supangkat Samidjo
10886/II-3/1577/98

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2002**

Tesis

KAJIANNPERANAN, INOKULASI RHIZOBAKTERIIOEMOTOLERAN PADA TANAMAN PADI DI TANAH PASIR PANTAI

dipersiapkan dan disusun oleh

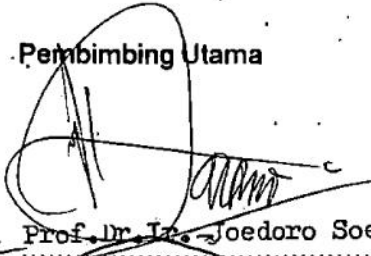
Gatot Supangkat Samidjo

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 29 Agustus 2002

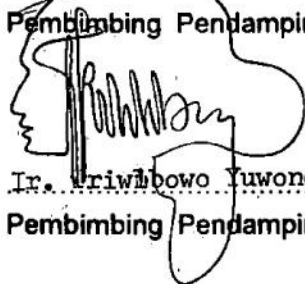
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Joedoro Soedarsono

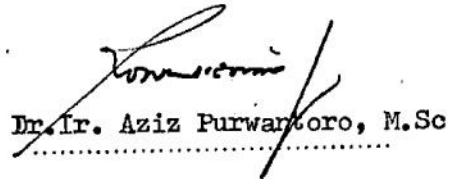
Pembimbing Pendamping I



Ir. Priwibowo Yuwono, Ph.D

Pembimbing Pendamping II

Anggota Dewan Penguji Lain




Dr. Ir. Aziz Purwanto, M.Sc



Ir. Didik Indradewa, Dip. Agr. St

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister

Tanggal  3 DEC 2002

Dr. Ir. Aziz Purwanto, M.Sc

Pengelola Program Studi : Agronomi

THE NATIONAL BUREAU OF INVESTIGATION
UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE

Washington, D. C.

December 1, 1953

Mr. J. Edgar Hoover

Director, FBI

Dear Mr. Hoover:

Reference is made to your letter of October 21, 1953.

Very truly yours,

W. J. Brennan
Special Agent in Charge

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Penggunaan data dan semua hasil penelitian ini serta publikasinya, sepenuhnya menjadi hak Prof. Dr. Ir. Joedoro Soedarsono dan Dr. Ir. Triwibowo Yuwono.

Yogyakarta, Desember 2002



Gatot Supangkat Samidjo

KATA PENGANTAR

Atas berkat dan ijin Allah penyusunan tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini merupakan laporan penelitian berjudul "Kajian Peranan Inokulasi Rhizobakteri Osmotoleran pada Tanaman Padi di Tanah Pasir Pantai" yang dilaksanakan di Rumah Kaca FP UMY dan di Lahan Pasir Pantai Bugel Kulon Progo.

Dukungan baik spirituil maupun materiil banyak didapatkan penulis dalam pelaksanaan percobaan hingga penyelesaian penyusunan tesis ini, karena itu penulis mengucapkan terima kasih, kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Joedoro Soedarsono, sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ide, ilmu, dorongan semangat, nasehat dan bimbingan serta dukungan materiilnya;
2. Dr. Ir. Triwibowo Yuwono, sebagai Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan ide, ilmu, nasehat, bimbingan dan dukungan materiilnya;
3. Dr. Ir. Aziz Purwanto, M.Sc., sebagai Penguji dan Pengelola Program Studi Agronomi yang telah memberikan ijin, dorongan semangat dan nasehatnya;
4. Dr. Ir. Didik Indradewa, sebagai Penguji yang telah memberikan masukan dan bimbingannya;
5. Semua Staf Pengajar Program Studi Agronomi, Jurusan Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada yang telah menularkan ilmunya;
6. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan ijin dan pengarahannya;

7. Direktur Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan ijin studi;
8. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ijin dan bantuan materiilnya;
9. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ijin dan dorongan semangatnya;
10. Koordinator Kopertis Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah memberikan ijin studi;
11. Pengelola Beasiswa Program Pascasarjana, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan beasiswa;
12. Sahabat penelitian penulis Desi Handayani, SP, MP yang telah membantu dan menularkan pengetahuannya;
13. Mbak Tri dan mas Har staf laboratorium Mikrobiologi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Universitas Gadjah Mada yang telah membantu dan menularkan ketrampilannya;
14. Pak Sukir, mas Rudi, mbak Marsih, mbak Dewi, mas Yuli dan Joko yang telah membantu baik tenaga maupun ketrampilannya;
15. Bapak Parji Kepala Dusun Bugel beserta keluarganya yang telah memberikan ijin lokasi dan bantuannya selama pelaksanaan percobaan di lapangan;
16. Pak Nafi sekeleuarga yang telah membantu peminjaman untuk transportasi bahan penelitian;
17. Semua Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dorongan semangat;

Atas segala yang telah diberikan kepada penulis semoga menjadi amal ibadahnya dan diberikan balasan yang melimpah dari Allah. Secara khusus, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada almarhum Dr. Ir. Djoko Muljanto, M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Tesis yang telah memberikan bimbingan dan dorongan semangatnya, semoga Allah mengampuni segala dosanya dan menjadikan amal ibadah segala perbuatan selama hidupnya serta menempatkannya di surga yang tertinggi.

Ucapan terima kasih dan teriring maaf terutama penulis sampaikan kepada isteri Ir. Nyimas Elva Ni'mah Hidayah dan anak-anak Amanda Septiani Elga Syahvitri, Zufani Ashbir Rochim, Ahmed Zain Alim Firdaus serta Ahmad Dhafa Rayhan Irchamsyah yang telah memberikan semangat, dukungan baik materiil maupun sprituil dan pengertiannya selama penulis studi, semoga Allah selalu memberikan petunjuk kepada kami semua sehingga menjadi keluarga yang sakinah mawadah wa rahmah dan anak-anak tumbuh menjadi anak yang sholeh yang sehat dan cerdas.

Penulis menyadari apa yang telah dilakukan dan disusun ini masih jauh dari kesempurnaan, meskipun demikian penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat sebagai informasi kajian selanjutnya.

Yogyakarta, Desember 2002
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT	viii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pertumbuhan Tanaman dalam Cekaman Kekeringan	4
B. Rhizobakteri dan Peranannya	8
C. Hipotesis	13
III. CARA PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
B. Bahan Penelitian	14
C. Alat Penelitian	16
D. Rancangan Percobaan	17
E. Pelaksanaan Penelitian	18
F. Parameter Pengamatan	25
G. Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Percobaan Pot	29
B. Percobaan Lapangan	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	64
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jumlah akar tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan	29
2. Panjang akar tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan	30
3. Jumlah daun tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan	31
4. Tinggi tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan	32
5. Jumlah akar tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	34
6. Panjang akar tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	35
7. Jumlah daun tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	36
8. Luas daun tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	37
9. Tinggi tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	38
10. Kadar N Jaringan tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum	39
11. Berat kering tajuk tanaman saat panen	40
12. Berat Kering akar tanaman saat panen	42
13. Jumlah malai tanaman per rumpun	43
14. Berat kering gabah bernas per rumpun	45
15. Berat kering gabah hampa per rumpun	47
16. Panjang akar tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	50
17. Jumlah akar tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	51
18. Berat kering akar tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	52
19. Tinggi tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	53
20. Jumlah daun tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	54
21. Luas daun tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	55
22. Jumlah anakan per rumpun pada umur vegetatif maksimum di lapangan	56
23. Berat kering tajuk tanaman pada umur vegetatif maksimum di lapangan	57
24. Berat kering gabah bernas saat panen di lapangan	58
25. Berat kering gabah hampa saat panen di lapangan	59
26. Berat kering gabah total saat panen di lapangan	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Hasil analisis Percobaan Pot dan lapangan
2. Hasil Pengamatan Pertumbuhan tanaman pada umur satu bulan dan vegetatif maksimum
3. Hasil Pengujian Kemurnian dan Resistensi isolat
4. Komposisi Pupuk Basal

INTISARI

Suatu kajian telah dilaksanakan untuk meneliti peranan rhizobakteri osmotoleran pada pertumbuhan padi varietas Cirata di lahan pantai pada kondisi cekaman kekeringan. Percobaan dilaksanakan pada kondisi kekeringan terkendali dalam rumah kaca dan di lapangan.

Percobaan di rumah kaca dilaksanakan dalam pot dengan medium tanah pasir pantai steril dan non steril. Padi ditanam pada kondisi lengas 80 % dan 40 % kapasitas lapangan dan diinokulasi dengan rhizobakteri osmotoleran. Perlakuan inokulasi diuji meliputi : (1) isolat A-82, (2) Al-19, (3) campuran A-82 dan Al-19, dan kontrol (tanpa inokulasi).

Pada kondisi lapangan, padi ditanam pada lahan pantai di Pantai Bugel, Kulon Progo. Perlakuan inokulasi sama dengan percobaan di rumah kaca. Tanaman padi disiram dengan interval penyiraman tiap hari dan selang sehari.

Hasil percobaan rumah kaca menunjukkan bahwa secara umum, inokulasi rhizobakteri osmotoleran mampu memperbaiki pertumbuhan padi hingga fase vegetatif maksimum. Hasil padi tidak mampu dipengaruhi secara signifikan oleh inokulasi rhizobakteri. Disebutkan pula bahwa inokulasi dengan rhizobakteri osmotoleran cenderung memperpanjang fase pertumbuhan, tetapi memperpendek periode pembungaan.

Pada kondisi lapangan, hasil percobaan menunjukkan hal yang sama bahwa inokulasi dengan rhizobakteri osmotoleran mampu memperbaiki pertumbuhan padi varietas Cirata. Inokulasi juga memperbaiki hasil padi yang sama dengan hasil tanaman padi tanpa inokulasi.

ABSTRACT

A Study has been conducted to investigate the role of osmotolerant rhizobacteria on the growth performance of rice (Cirata variety) under drought stress on coastal land. The experiment was performed under controlled drought condition in green house as well as under field condition.

The green house experiment was conducted in pot filled with sterilised and non-sterilised coastal soil. Rice was planted under 80 % and 40 % of field capacity and inoculated with osmotolerant rhizobacterial isolates. Inoculation treatments were performed using the following isolates : (1) A-82, (2) Al-19, (3) mixture of A-82 and Al-19, and (4) Control (uninoculated).

Under field condition, the rice was planted on coastal land of Bugel Beach, Kulon Progo. The inoculation treatments were similar to green house experiment. Rice was irrigated based on : (1) daily irrigation, and (2) a two day irrigation period.

The result of green house experiment demonstrated that, in general, osmotolerant rhizobacteria inoculation improve the growth performance of rice up to maximum vegetative growth phase. The grain yield, however, was found not significantly affected by inoculation treatment. It was also observed that inoculation using osmotolerant rhizobacteria demonstrated tendency to lengthen the growth phase, but shortened the flowering period.

Under field condition, it was similarly observed that inoculation using osmotolerant rhizobacteria also improved the growth performance of rice. Inoculation was also found to improve the grain yield as compared to non-inoculated.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada tahun 1984, Indonesia pernah mengalami surplus pangan sehingga pada tahun itu dicanangkan sebagai tahun swasembada pangan. Kemampuan dalam swasembada pangan yang telah tercapai itu, ternyata sudah tidak dapat dipertahankan lagi pada tahun berikutnya. Ketidakmampuan dalam swasembada pangan menjadi lebih parah oleh terjadinya krisis ekonomi akhir-akhir ini.

Sebagai ilustrasi data Departemen Pertanian (1999) menyebutkan bahwa pada tahun 1998, luas panen padi tercatat 11.730.000 ha dengan produksi 49.237.000 ton/ha dan produktivitas rata-rata 41,97 ku/ha. Selanjutnya, diperkirakan pada tahun 1999 mencapai luas panen 11.624.000 ha dengan total produksi 49.534.000 ton dan produktivitas 42.61 ku/ha. Untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat tersebut sementara produksi nasional tidak mampu mencukupi maka pemerintah melakukan impor beras agar tidak terjadi kerawanan pangan yang semakin parah yang dapat mengganggu stabilitas nasional. Data terakhir menunjukkan bahwa impor beras mencapai 7.183.102 ton tahun 1997 dan tahun 1998 sebesar 5.716.436 ton (Anonim, 1999).

Melihat rendahnya produksi padi di atas yang tidak mampu memenuhi kebutuhan penduduk secara merata maka perlu diupayakan cara-cara untuk meningkatkan produksi padi sehingga mampu memenuhi konsumsi layak per orang atau bahkan surplus.

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi pertanian yakni ekstensifikasi (perluasan areal tanam). Namun demikian, usaha ini lebih diarahkan pada lahan marjinal, mengingat perluasan ke lahan subur sudah tidak

memungkinkan karena luasannya yang tidak memadai lagi. Lahan marginal merupakan lahan bermasalah yang masih memungkinkan untuk dikelola secara produktif sehingga dapat memberikan tambahan produksi dan pendapatan. Salah satu lahan marginal yang memiliki potensi untuk dikembangkan yakni lahan pasir pantai yang panjangnya mencapai 81 km.

Lahan pasir pantai memiliki karakteristik yang khas antara lain tekstur tanahnya pasiran, strukturnya lepas sehingga kemampuan menahan air sangat rendah, miskin unsur hara, mudah tererosi dan kecepatan angin tinggi dengan uap air yang mengandung garam. Pada lahan ini, kendala angin, dapat diatasi dengan penggunaan pematah angin baik yang berupa vegetasi hidup maupun bagian-bagian tanaman yang sudah mati (daun kelapa). Air sebenarnya bukan masalah karena tersedia banyak dan relatif dangkal (2 – 3 m), tetapi karena kemampuan tanah dalam menahan air sangat rendah maka sulit dimanfaatkan oleh tanaman. Keadaan seperti itu menjadi kendala utama bagi pertumbuhan tanaman. Untuk mengatasi hal itu digunakan bahan organik sebagai bahan pembenah tanah agar strukturnya menjadi lebih baik. Mengingat banyaknya bahan organik yang harus ditambahkan di lahan ini dan keterbatasan bahan organik yang tersedia maka perlu diupayakan suatu terobosan yang memungkinkan tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik di lahan ini.

Salah satu terobosan yang dicoba dikembangkan untuk mengatasi hal itu yakni memanfaatkan aktivitas mikrobia di daerah perakaran (rhizosfer) tanaman khususnya bakteri (rhizobakteri) yang mampu berasosiasi dengan tanaman sehingga akibat asosiasi yang terbangun itu keduanya dapat mengambil manfaatnya.

Pada kondisi cekaman kekeringan baik tanaman maupun bakteri mampu mengakumulasi senyawa organik terutama berupa asam amino bebas seperti prolin

dan glisin betain (Yancey *et al.*, 1982; Gardner *et al.*, 1991). Kedua molekul tersebut berperan sebagai zat terlarut (solut osmotik) yang dikenal dengan osmoregulator atau osmoprotektan dan mungkin juga sebagai cadangan nitrogen (Stewart, 1982 *cit.* Gardner *et al.*, 1991; Artlip & Fungkhouser *cit.* Pessarakli, 1995). Selanjutnya, dikatakan oleh Turner (1986) dalam Chapman dan Fischer (1988) bahwa keberadaan osmoregulator berfungsi membantu memelihara turgor sel pada saat penurunan potensial air lingkungan sel.

Inokulasi rhizobakteri yang tahan cekaman kekeringan diharapkan akan mampu membantu pertumbuhan tanaman pada lingkungan cekaman kekeringan sehingga tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengaji inokulasi rhizobakteri pada tanaman padi varietas Cirata di lahan pasir pantai. Dalam kajian ini diharapkan diketahui pula tingkat pertumbuhan dan hasil tanaman padi akibat inokulasi rhizobakteri pada kondisi cekaman kekeringan.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh inokulasi rhizobakteri pada tanaman padi di lahan pasir pantai. Selanjutnya, hasil ini dapat dijadikan pertimbangan dalam pembuatan inokulum (pupuk hayati) untuk pengembangan padi di lahan yang mengalami cekaman kekeringan. Manfaat akhir yang sangat diharapkan yakni sebagai dasar pertimbangan efisiensi dalam pemberian air (irigasi) pada budidaya padi di lahan pasir pantai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Air merupakan salah satu faktor yang sangat esensial bagi kehidupan semua makhluk hidup. Semua proses fisiologis yang berlangsung di dalam tubuh makhluk hidup tergantung pada air. Diperkirakan sel tanaman hidup (seperti makhluk hidup lainnya) mengandung 70 – 90 % air, tergantung pada spesies tanamannya (Bidwell, 1979).

Oleh karena itu, ketersediaan air di lingkungan tumbuh tanaman akan menentukan tingkat pertumbuhan tanaman. Cekaman kekeringan akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terbatas dan mengakibatkan produktivitasnya menurun. Untuk itu, perlu dilakukan upaya-upaya agar tanaman tahan terhadap cekaman kekeringan sehingga produktivitasnya tetap baik.

Upaya yang dapat dilakukan antara lain perbaikan teknologi budidaya tanaman yaitu dengan penggunaan varietas unggul tahan kering dan pengaturan pola tanam. Upaya lain yang dapat dilakukan yakni mendorong terjadinya kerjasama (asosiasi) yang menguntungkan antara tanaman dengan rhizobakteri yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

A. Pertumbuhan Tanaman dalam Cekaman Kekeringan

Ketersediaan air sangat diperlukan dalam kehidupan tanaman sebagai pelarut, medium transportasi, bahan baku fotosintesis (sebagai donor elektron dalam reaksi terang) dan sebagai pereduksi panas akibat penguapan (Pandey dan Sinha, 1970; Pessarakli, 1995).

Kepekaan dan tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan (penurunan potensial air) bervariasi tergantung pada spesies/varietasnya. Secara umum, cekaman kekeringan akan menurunkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Kepekaan tanaman terhadap cekaman kekeringan bervariasi sesuai dengan tahapan atau macam proses yang berlangsung dalam tubuh tanaman. Pertumbuhan sel merupakan proses yang paling peka terhadap kekurangan air yang selanjutnya diikuti oleh proses lainnya (Kramer, 1983; Gardner *et al.*, 1991). Levitt (1980) menyatakan bahwa cekaman kekeringan yang dialami oleh tanaman akan mengakibatkan kerusakan secara primer langsung dan tak langsung maupun kerusakan sekunder. Kerusakan akibat kekeringan primer tak langsung meliputi penurunan tekanan turgor dan gangguan metabolisme, sedangkan kerusakan primer langsung yakni terjadinya kerusakan membran sel. Kerusakan sekunder dapat berupa penurunan penyerapan ion akibat kekeringan(dehidrasi). Pada tingkat kekurangan ekstrem (potensial air < -15 bar), respirasi, asimilasi CO_2 , translokasi asimilat dan transpor xilem serta berat kering tanaman secara cepat berkurang sampai pada tingkat lebih rendah, sedangkan aktivitas enzim hidrolisis meningkat (Levit, 1980; Gardner *et al.*, 1991). Selanjutnya, Gardner *et al.* (1991) menyebutkan bahwa selama perkembangan vegetatif kekurangan yang bagaimanapun kecilnya dapat mengurangi laju pelebaran daun dan indeks luas daun (ILD) pada tingkat perkembangan berikutnya. Pemanjangan akar dan berat kering akar tidak terpengaruh sebesar pengaruhnya terhadap luas daun, pemanjangan batang dan berat kering tajuk. Pada jagung, kekurangan air ekstrem selama empat hari pada fase reproduktif (saat penyerbukan) dan dua minggu setelahnya merupakan periode kritis, tetapi apabila terjadi pada tiga minggu

setelahnya tidak berarti, namun demikian dapat menurunkan hasil (berat) biji. Tanggapan tersebut juga dipengaruhi oleh volume medium tumbuh. Tanaman yang ditanam dalam pot mempunyai tanggapan lebih cepat terhadap kekeringan dibandingkan tanaman yang ditanam di lapangan.

Seperti halnya makhluk hidup lainnya, tanaman secara alami akan melakukan reaksi terhadap aksi yang tidak menguntungkan yang dihadapi selama kehidupannya. Reaksi tersebut tentu saja dilakukan sesuai dengan kemampuan masing-masing spesies. Demikian juga, apabila tanaman mengalami cekaman kekeringan maka tanaman secara alami akan mengembangkan suatu sistem ketahanan yang bervariasi tergantung pada spesiesnya.

Ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat dilakukan melalui empat cara, yaitu menghindar (*avoidance*), adaptasi anatomi dan morfologi, adaptasi fisiologi dan perubahan metabolisme. Cara pertama sampai ketiga merupakan proses yang kompleks dan sulit dipahami, sedangkan yang lebih mudah dipahami dan sudah banyak diteliti yakni terjadinya perubahan metabolisme (Pessarikli, 1995).

Kekurangan air pada tanaman menyebabkan perubahan pada sejumlah proses fisiologi dan metabolisme yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Hsio, 1980 *cit.* Chapman dan Fischer, 1988). Mekanisme ketahanan yang dikembangkan tanaman untuk bertahan dalam lingkungan cekaman kekeringan yakni melakukan penyesuaian osmotik (Gardner *et al.*, 1991), sehingga disebut osmoregulasi (Pessarikli, 1995). Osmoregulasi adalah proses aktif yang dilakukan oleh organisme dengan cara pengaturan/penyesuaian osmotik untuk menghadapi cekaman osmotik (cekaman air atau garam). Mekanismenya, dilakukan dengan menjaga agar potensial osmotik sel

selalu lebih tinggi daripada lingkungannya sehingga air tetap dapat masuk ke dalam sel (Csonka, 1989). Penyesuaian osmotik dapat dilakukan dengan cara mengakumulasi baik zat terlarut anorganik maupun organik. Sistem zat terlarut osmotik ini dikembangkan pada hampir semua organisme baik bakteri, tanaman maupun hewan. Zat yang berperan dalam hal ini disebut *osmolit* atau *osmoprotektan*. Zat terlarut yang dimaksud meliputi ion K^+ , Cl^- (anorganik) dan poliol (*polyhidric alcohol*), gula dan asam amino bebas (Pessaraki, 1995). Poliol seperti gliserol, manitol dan sukrose merupakan osmolit sel yang umum dijumpai pada algae, tanaman yang toleran terhadap air dan/atau garam dan serangga. Poliol ini berperan dalam menjaga penahanan air sel sehingga air tidak ke luar dan ini sesuai dengan makromolekul membran sel (Yancey *et al.*, 1982; Bohnert *et al.*, 1995).

Prolin dan glisin betain merupakan asam amino yang paling banyak diketahui dalam hubungannya dengan mekanisme penyesuaian osmotik organisme (Pessaraki, 1995). Dikatakan oleh Bohnert *et al.* (1995) bahwa tanaman yang toleran terhadap keadaan garam mengakumulasi prolin dalam konsentrasi yang tinggi. Akumulasi tersebut menghasilkan tekanan osmosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungannya sehingga sel tetap mampu memelihara kandungan air yang ada dalam sel (Pessaraki, 1995) atau mungkin juga senyawa tersebut sebagai cadangan nitrogen. Pada sel-sel yang sedang membesar, masuknya/keberadaan osmolit sangat diperlukan agar pertumbuhan dapat dilanjutkan karena penyerapan air tetap berlangsung. Keberadaan osmoregulator tersebut tidak selalu mampu memulihkan tekanan turgor sel secara penuh (Schildwacht, 1988). Hasil penelitian Sharp & Davies (1979) pada tanaman jagung dan pada tanaman kapas (Berstein, 1961 *cit.*

Shildwacht (1988), menyebutkan bahwa pemulihan tekanan turgor dapat terjadi secara penuh pada akar, tetapi pada daun hanya terjadi sebagian. Selanjutnya, disebutkan oleh Greacen & Oh (1972) *cit.* Schildwacht (1988) bahwa akar mempunyai kapasitas penyesuaian osmotik yang lebih baik/besar dibandingkan dengan daun. Penurunan potensial osmotik larutan hara dari $-0,07$ MPa menjadi $-2,0$ MPa menurunkan *RWC* (*Relative Water Content*) daun dari 95,8 % menjadi 88,4 % dan ujung akar dari 95,5 % menjadi 89,6 %. Di sisi lain, Steward & Hansson (1980) *cit.* Shildwacht (1988) berpendapat bahwa sintesis protein terhambat oleh terjadinya cekaman kekeringan. Asam amino tersebut diduga digunakan secara osmotik. Hal ini terjadi lebih cepat di akar daripada daun sehingga menyebabkan nisbah akar-tajuk naik.

Hasil penelitian Lutts (1996) menyatakan bahwa kultivar padi resisten garam Nona Bokra dan IR 4630 pada fase bibit yang dihadapkan pada medium dengan konsentrasi NaCl 20, 30, 40 atau 50 mM selama satu atau dua minggu ternyata mengakumulasi sedikit Na, Cl, Zn dan prolin dibandingkan dengan kultivar sensitif. Akumulasi Na, Cl dan K menurun, pada tajuk terbatas pada daun tua untuk genotip resisten garam, sedangkan prolin terakumulasi pada daun muda pada semua kultivar baik resisten maupun sensitif. Kenyataan itu menunjukkan bahwa prolin tidak berperan dalam penyesuaian osmotik pada tanaman padi yang tercekam garam.

B. Peranan Rhizobakteri

Bakteri dan aktinomisetes merupakan mikroorganisme yang paling banyak terdapat di dalam tanah, tetapi karena ukurannya kecil maka diperkirakan hanya merupakan sepertiga biomassa tanah. Permukaan akar merupakan lokasi utama untuk

semua tipe mikroorganisme tanah (Lyda, 1981 *cit.* Foster, 1988). Jumlah bakteri di daerah perakaran lebih besar dibandingkan di tempat lain dalam tanah. Jumlah yang lebih banyak itu disebabkan akar mensekresikan sejumlah gula, asam amino, hormon dan vitamin yang dapat merangsang pertumbuhan bakteri secara ekstensif (Madigan *et al.*, 1997). Banyak spesies bakteri yang mampu menghasilkan *indole acetic acid* (IAA) dan *gibberellin* (GA) dan sitokinin (Rao, 1994). Selanjutnya, dikatakan oleh Bolton *et al.* (1993) bahwa variasi atau macam senyawa organik yang dilepas ke rhizosfer dipengaruhi oleh spesies/varietas tanaman. Disebutkan oleh Arshad dan Frankenberger *cit.* Metting (1992) menyebutkan bahwa 90 % dari 50 isolat bakteri rhizosfer yang berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman dapat menghasilkan auksin, gibberelin dan kinetin. Banyak strain *Rhizobium* menghasilkan IAA secara *in vitro*, sedangkan *Azospirillum brasilense* mampu juga menghasilkan auksin yang secara kuat mempengaruhi pertumbuhan tanaman *graminae* karena akarnya didominasi oleh bakteri ini. Dikatakan pula oleh Okon dan Kalpunik (1986) bahwa *Azospirillum* menyebabkan perubahan morfologi akar segera setelah perkecambahan, sedangkan panjang akar dan luas permukaan akar dipengaruhi secara diferensial tergantung pada umur bakteri.

Selain kemampuan di atas, rhizobakteri juga mampu menyintesis senyawa organik dalam sitoplasma yang bertindak sebagai osmoregulator atau osmoprotektan pada saat terjadi cekaman osmotik atau kekeringan. Senyawa organik yang dimaksud yakni prolin dan/atau glisin betain (Csonka, 1989). Ada juga yang mengakumulasi asam glutamat sebagai osmoprotektan saat tercekam osmotik seperti pada *Rhizobium meliloti* (Botsford dan Lewis, 1990). Keberadaan osmoprotektan mempunyai fungsi

menjaga agar potensial osmotik sel selalu lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungannya (Yancey *et al.*, 1982; Csonka, 1989; Artlip & Funkhouser *cit.* Pessarakli, 1995). Akibat dari itu, terbentuklah gradien konsentrasi antara sel dengan lingkungannya sehingga air tetap mengalir dari lingkungan ke sel.

Berdasarkan kemampuan di atas maka rhizobakteri mampu bertahan atau beradaptasi pada lingkungan yang tercekam garam atau kekeringan. Dengan kemampuan itu maka diharapkan keberadaannya di rhizosfer dapat membantu ketahanan hidup tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan.

C. Asosiasi Rhizobakteri dengan Tanaman

Kemampuan asosiasi rhizobakteri dengan tanaman pada sistem perakaran tanaman memberikan peluang organisme tersebut untuk digunakan sebagai inokulum dalam pembudidayaan tanaman.

Asosiasi yang menguntungkan tersebut diharapkan dapat mempertahankan dan/atau memperbaiki pertumbuhan tanaman dalam lingkungan cekaman kekeringan. Dalam hubungan itu, tanaman akan menghasilkan eksudat akar yang dapat dimanfaatkan oleh rhizobakteri sebagai sumber karbon dan nitrogen dan/atau diubah menjadi senyawa pengatur pertumbuhan tanaman. Rhizobakteri akan menghasilkan senyawa organik terutama yang berfungsi dalam osmoregulasi yang dikenal dengan osmolit atau osmoprotektan (Miller dan Wood, 1996).

Beberapa rhizobakteri, baik yang hidup bebas seperti *Azotobacter* sp., yang berasosiasi dengan tanaman seperti *Azospirillum* sp. maupun yang bersimbiosis dengan tanaman inang (legum) seperti *Rhizobium* sp. dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman (Rao, 1982).

Beberapa genera *Rhizobium*, *Azospirillum* dan *Pseudomonas* mampu beradaptasi dalam lingkungan garam dengan cara menyintesis dan mengakumulasi osmolit (terutama betain) yang berfungsi sebagai osmoregulator (Miller dan Wood, 1996).

Berdasarkan atas kemampuan rhizobakteri dalam menghasilkan osmolit maka diharapkan inokulasi dengan rhizobakteri tersebut pada medium tumbuh tanaman akan membentuk asosiasi tanaman-rhizobakteri. Asosiasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan ketahanan hidup tanaman pada lingkungan cekaman kekeringan.

Diduga bahwa betain yang dihasilkan oleh rhizobakteri di permukaan akar menurunkan potensial solut perakaran akibatnya terjadi aliran air menuju rhizosfer sehingga rhizobakteri dapat bertahan hidup pada kondisi cekaman kekeringan. Kelebihan air panenan oleh bakteri di permukaan akar akan meningkatkan potensial air di luar sel akar sehingga hal ini akan menjaga minimal kesetimbangan potensial air di dalam dan luar sel atau dimungkinkan juga terjadi aliran air ke dalam sel akar. Mekanisme lain diduga disebabkan oleh keberadaan endorhizobakteri yang menghasilkan osmolit akan menurunkan potensial osmotik dalam sel akar sehingga menyebabkan potensial air di dalam sel akar selalu lebih rendah daripada lingkungannya. Akibatnya, proses pengambilan air oleh tanaman dapat berjalan baik sehingga memungkinkan metabolisme berlangsung secara baik pula. Hal ini akan terwujud pada pertumbuhan dan hasil tanaman menjadi lebih baik, walaupun tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan.

Di sisi lain, kemampuan rhizobakteri untuk menyintesis zat pengatur tumbuh terutama auksin (IAA) dapat membantu proliferasi akar tanaman sehingga jangkauan

akar tanaman menjadi lebih luas. Akibatnya, kontak antara akar dengan lingkungannya juga semakin luas, sehingga tanaman lebih mampu menjangkau sumber air dan hara untuk digunakan bagi kelangsungan hidupnya. Dengan demikian, proses fisiologis tanaman dapat berjalan lebih baik yang pada akhirnya pertumbuhan dan hasil tanaman dapat diperbaiki/ditingkatkan.

Pada kondisi lapangan, inokulasi dengan *Azospirillum* menghasilkan laju akumulasi bahan kering dan NPK yang cepat serta kandungan air yang besar. Akibat inokulasi tersebut laju penyerapan NO_3^- , K^+ dan H_2PO_4^- oleh bibit yang diinokulasi lebih baik dibandingkan bibit yang tidak terinokulasi (Okon & Kalpunik, 1986). Selanjutnya, Dart (1986) menyebutkan bahwa inokulasi dengan *Azotobacter* dan *Klebsiella* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Asosiasi antara *Klebsiella* (pengikat N_2) dengan tanaman padi tipe indica varietas C-5444 menghasilkan kapasitas fiksasi N_2 optimum dan penyerapan N meningkat (Yoo *et al.*, 1986).

Hasil penelitian Susilowati (1997) menyebutkan bahwa inokulasi rhizobakteri isolat A-82 pada medium pertumbuhan padi gogo varietas Sentani dengan kandungan lengas 40 % kapasitas lapangan (KL) mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang sama dengan padi gogo yang ditumbuhkan pada medium dengan kandungan lengas 80 % KL tanpa inokulasi. Selanjutnya, hasil penelitian serupa (pada padi gogo varietas Salumpikit) yang dilakukan oleh Suratin (1999) dengan menggunakan rhizobakteri lain yakni isolat Al-19 juga menghasilkan pertumbuhan yang tidak berbeda antara tanaman yang tumbuh pada medium dengan kandungan lengas 40 % KL dan 80 % KL tanpa inokulasi. Menurut Ngadiman (1997) kedua isolat tersebut mampu menggunakan kolin, betain aldehid dan betain sebagai sumber karbon dan energi. Selain itu kolin dan betain juga digunakan sebagai senyawa osmoprotektan.

Hasil penelitian di atas memperjelas bahwa isolat A-82 dan A1-19 mempunyai peluang sebagai inokulum. Meskipun demikian, pengujian lebih lanjut masih perlu dilakukan terutama untuk mempelajari pengaruhnya pada fase generatif tanaman karena pada fase ini distribusi asimilat yang terjadi dalam tubuh tanaman berubah dan cenderung diarahkan pada bagian generatif tanaman. Di samping itu, perlu dikaji pula tentang penggunaan isolat campuran A-82 dan A1-19 sehingga diharapkan akan terjadi sinergi (tidak antagonis) antara keduanya dalam membantu ketahanan hidup tanaman pada lingkungan cekaman kekeringan.

C. Hipotesis

Inokulasi rhizobakteri isolat A-82, A1-19 dan campurannya dapat memperbaiki pertumbuhan serta hasil tanaman padi varietas Cirata di Lahan Pasir Pantai.

III. CARA PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Percobaan dilaksanakan di dua tempat yaitu di Rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan di lahan pasir pantai Bugel, Panjatan, Kulon Progo. Penelitian dimulai bulan Juni – Desember 2000.

B. Bahan Penelitian

1. Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Pesisir Pantai Bugel, Panjatan, Kulon Progo untuk percobaan pot, sedangkan untuk percobaan lapangan dilaksanakan di tempat pengambilan tanah di atas. Sebagai ilustrasi karakteristik tanah di lahan pasir pantai seperti tersaji dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Karakteristik tanah pasir pantai

NO	ANASIR	NILAI
1	Kadar lengas 0,5 mm (%)	0.19
2	Kadar lengas 2 mm (%)	0.16
3	Kadar lengas kapasitas lapangan (%)	9.66 *
4	Pasir (%)	97.36
5	Debu (%)	0.24
6	Lempung (%)	2.40
7	Berat jenis (g/cm^3)	3.18
8	Berat volume (g/cm^3)	2.03
9	Porositas (%)	36.16
10	PH H ₂ O	6.71
11	C-organik (%)	0.19
12	BO (%)	0.34
13	N-total (%)	0.003
14	Nisbah C/N	63.33
15	Kapasitas Pertukaran Kation (me/100 g)	2.11
16	Kalium tersedia (%)	0.02
17	Kalium tersedia (me/100 g)	0.13
18	Asam humat (%)	0.013
19	Asam fulvat (%)	0.0498
20	Daya hantar listrik (mS/cm)	0.12
21	Na total (%)	0.03
22	Ca (%)	0.10
23	Mg (%)	0.17

Sumber : Hasil Analisis Tanah di Jur. Ilmu Tanah FP UGM
 Keterangan : *) secara gravimetri

2. Benih padi

Benih padi yang digunakan dalam percobaan ini yakni padi gogo varietas Cirata. Spesifikasi varietas ini antara lain umur tanaman 115 – 125 hari, tinggi tanaman 100 – 110 cm, potensi hasil 3 -- 5 ton dan dapat ditanam secara sawah maupun gogo. Berdasarkan uji daya tumbuh sebelum dilakukan pembibitan, benih yang digunakan memiliki daya tumbuh sebesar 93,33 %.

3. Pupuk

Untuk percobaan pot digunakan pupuk basal dengan komposisi sebagaimana tercantum dalam lampiran IV. Dalam percobaan di lapangan digunakan pupuk nitrogen dengan dosis 90 kg N/ha setara dengan urea 195,65 kg/ha, 45 kg P_2O_5 /ha setara dengan SP-36 125 kg/ha dan 45 kg K_2O /ha setara dengan KCl 75 kg/ha.

4. Inokulum

Inokulum yang digunakan berupa Isolat A-82 (habitat tanah regosol) dan AI-19 (habitat tanah latosol). Kedua isolat tersebut merupakan hasil isolasi dari rhizosfer tumbuhan ilalang (*Imperata cylindrica*) yang tumbuh di Gunung Kidul dan Kalitirto, Sleman, Yogyakarta (Ngadiman, 1997). Isolat tersebut memiliki karakteristik penghasil betain dan IAA.

C. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi kantong plastik hitam (polybag), timbangan analitik, otoklaf, oven, destilator, spektrofotometri, *mixer*, *laminar air flow*, *leaf area meter*, gelas ukur, erlenmeyer, petridis, botol reagen, cetok, cangkul, bak plastik dan lain-lain.

D. Rancangan Percobaan

1. Skala pot

Metode percobaan faktorial 4 x 2 digunakan dalam penelitian di rumah kaca (skala pot). Faktor pertama, macam isolat yang terdiri atas empat aras dan faktor kedua lengas tanah terdiri atas dua aras (Tabel 2). Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap (RAL) dan masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, tetapi pada pengamatan pertumbuhan tanaman umur satu bulan dan vegetatif maksimum hanya diulang sebanyak dua kali. Sebagai pembanding percobaan ini juga dilakukan pada tanah steril.

Tabel 2. Kombinasi perlakuan yang diuji

Perlakuan	Tanpa inokulasi	A-82	Al-19	A-82 + Al-19
Lengas 80 %				
Lengas 40 %				

2. Skala lapangan

Percobaan lapangan dilakukan untuk menguji pada kondisi tidak terkendali (alami). Metode percobaan 3 x 2 faktorial digunakan dalam percobaan ini yang disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL). Faktor pertama, inokulasi terdiri atas inokulasi dengan A-82, Al-19 dan campuran A-82 + Al-19, sedangkan faktor kedua interval penyiraman yaitu penyiraman tiap hari dan selang sehari. Tiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali yang disusun dalam tiga kelompok. Ditambah tiga perlakuan sebagai pembanding yaitu tanpa inokulasi dengan penyiraman tiap hari, tanpa inokulasi + pupuk kandang dosis 20 ton/ha dengan penyiraman tiap hari dan inokulasi (A-82+Al-19) + pupuk kandang dengan penyiraman tiap hari.

E. Pelaksanaan Penelitian

1. Pemurnian isolat

Pengujian kemurnian isolat dilakukan terhadap sifat morfologi koloni, morfologi sel, sifat gram dan sifat biokimia. Kemurnian sifat morfologi diindikasikan dengan bentuk koloni, warna koloni, bentuk sel, motilitas sel dan sifat gram-nya. Sedangkan, indikator sifat biokimia meliputi hidrolisis urea, reduksi nitrat, uji katalase dan pembentukan indol. Untuk pengujian tersebut isolat ditumbuhkan dalam medium M63+0,3 M NaCl dan LB+0,3 M NaCl. Hasil pengujian disajikan dalam lampiran III.

2. Pengujian resistensi isolat

Untuk membedakan isolat rhizobakteri yang diinokulasikan dengan bakteri indigenus maka terlebih dahulu dilakukan pengujian resistensi isolat terhadap berbagai macam antibiotik seperti *Streptomycin*, *Kanamycin*, *Chloramphenicol*, *Ampicilin* dan lain-lain. Isolat yang diuji ditumbuhkan dalam medium LB yang telah ditambahkan antibiotik dengan aras konsentrasi yang berbeda. Selanjutnya, diinkubasikan selama 48 jam pada temperatur 37 °C. Pengujian ini juga dilakukan terhadap kombinasi antibiotik untuk memperoleh kombinasi dan konsentrasi antibiotik yang dapat membedakan resistensi isolat tunggal (A-82 dan Al-19) dan campuran (A-82+Al-19). Selain pengujian dengan antibiotik, juga dilakukan pengujian kemampuan tumbuh isolat pada suhu 42 - 50 °C (untuk menguji resistensinya). Hasil pengujian ini dijadikan dasar atau sebagai penanda (*marker*) atau pembeda dalam pengamatan populasi rhizobakteri setelah diinokulasikan. Hasil percobaan menyebutkan bahwa A-82 resisten terhadap Ampicilin 100 ug/ml

pada temperatur 42 °C, sedangkan Al-19 resisten terhadap Chloramphenicol 30 ug/ml pada temperatur 37 °C. Hasil ini digunakan sebagai penanda/pembeda saat dilakukan pengujian daya tumbuh antara rhizobakteri inokulum dengan rhizobakteri indigenus.

3. Pengujian antagonisme

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya antagonisme antara isolat A-82 dan Al-19 yang digunakan dalam penelitian ini. Metode paper disk digunakan dalam pengujian ini (Joetono *et al.*, 1973).

Isolat Al-19 ditumbuhkan dalam medium M63 dengan kerapatan 10^6 sel/ml dan diinkubasikan selama 48 jam pada temperatur. Selanjutnya, *paper disk* (cakram kertas saring) steril (diameter 10 mm) yang telah dicelupkan dalam suspensi bakteri A-82 dengan kerapatan 10^6 sel/ml diletakkan secara aseptis. Setelah itu diinkubasikan kembali pada temperatur 37 °C selama 16 – 18 jam, dan diamati zone penghambatan yang terbentuk. Hasil percobaan menunjukkan tidak terjadi antagonisme antara A-82 dengan Al-19, karena itu dapat digunakan sebagai inokulum secara bersama-sama.

4. Pembibitan

Benih padi yang akan digunakan terlebih dahulu diuji daya tumbuhnya. Pengujian daya tumbuh dilakukan dengan cara menanam benih padi sebanyak 50 butir pada petridis yang diberi alas kertas saring dan diberi air secukupnya dan diulang sebanyak tiga kali. Selanjutnya, pengamatan dilakukan terhadap jumlah benih yang berkecambah tiap harinya selama tujuh hari dan dihitung secara kumulatif, kemudian dihitung persentase tumbuhnya dengan rumus :

$$\text{Daya Tumbuh (\%)} = \frac{\text{Jumlah benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah benih yang dkecambahkan}} \times 100 \%$$

Hasilnya sebagai berikut :

1. Ulangan 1 = 96 %
2. Ulangan 2 = 94 %
3. Ulangan 3 = 90 %

Rerata Daya Tumbuh benih = 93,33 %

Benih padi yang telah teruji daya tumbuhnya direndam dalam alkohol 96 % selama tiga menit kemudian ditiriskan. Setelah itu, benih direndam dalam sublimat 0,1 % selama tiga menit kemudian ditiriskan. Selanjutnya, benih dicuci dengan aquades steril secara berulang-ulang.

Benih ditanam dalam bak pembibitan dengan medium pasir steril secara sebar dengan kerapatan tanam 25 g/m². Untuk menjaga kelengasan medium pembibitan dilakukan penyiraman tiap hari sampai bibit mencapai umur empat minggu dan siap dipindah-tanamkan.

Untuk percobaan lapangan, pembibitan dilakukan secara kering dengan cara sebar pada kerapatan 25 g/m² seluas 4 m x 1 m di lahan dekat areal percobaan. Penyiraman dilakukan setiap hari sampai bibit mencapai umur empat minggu.

5. Persiapan medium tanam

Untuk percobaan skala pot digunakan medium tanah yang diambil dari lahan pasir pantai Bugel, Panjatan, Kulon Progo sedalam lapis olah (0 – 25 cm) secara komposit dan dikering-anginkan. Sampel tanah yang telah kering dibagi menjadi dua bagian, satu bagian disterilisasi dan satu bagian tidak disterilisasi. Sterilisasi tanah dilakukan dengan otoklaf sebanyak dua kali (setelah sterilisasi pertama diinkubasi selama 24 jam) pada suhu 120 °C dengan tekanan 2 atm selama 30

Untuk inokulum di lapangan dibuat dalam bentuk padat (menggunakan medium pembawa). Dalam percobaan ini digunakan medium pembawa yang biasa digunakan untuk *Rhizobium* dengan komposisi kapur 1,75 g, gambut 13 kg dan lempung 2 kg. Cara pembuatannya yaitu dibuat suspensi untuk masing-masing isolat dengan cara seperti di atas tetapi pada kerapatan 10^9 cfu/ml atau memiliki nilai OD untuk A-82 0,643 dan AI-19 sebesar 0,5358 dengan volume sebanyak 300 ml. Suspensi dan medium pembawa dicampur sampai homogen dengan menggunakan *mixer*. Dalam pencampurannya ditambahkan air steril sedikit demi sedikit sampai campuran mencapai kriteria tidak menggumpal apabila dipegang dengan tangan (lepas-lepas) tetapi kondisinya lembab. Volume air steril yang ditambahkan diperkirakan sebanyak 20 - 30 % dari total berat inokulum yang dibuat. Selanjutnya, inokulum dimasukkan dalam kantong plastik dan siap diaplikasikan.

Penentuan nilai OD didasarkan pada kurve standar yang telah diperoleh saat percobaan pendahuluan, yaitu :

$$\text{Untuk AI-19} \rightarrow Y = 6,0106 + 5,5784 X$$

$$\text{A-82} \rightarrow Y = 4,9483 + 6,3004 X$$

7. Penanaman

Setelah medium diinkubasikan selama tiga hari kemudian disiram air steril sampai kapasitas lapangan. Akar bibit padi yang terpilih sebelum ditanam dicuci dengan aquades steril, kemudian direndam dalam suspensi bakteri dengan kerapatan 10^8 cfu/ml dengan volume 300 ml, sedangkan isolat campuran juga 300 ml tetapi merupakan campuran masing-masing isolat sebanyak 150 ml dengan

kerapatan sama (volume 5 ml per kantong plastik) selama satu jam. Untuk mendorong terjadinya kontak antara bakteri dengan akar tanaman dilakukan penggoyangan (Murty dan Ladha, 1988). Selama satu minggu, medium tanam dijaga kelengasannya pada kisaran 80 % air tersedia dan setelah itu disesuaikan dengan perlakuannya.

Untuk percobaan lapangan, inokulum diberikan pada tiap lubang tanam dengan jumlah 5 gram. Bibit padi umur empat minggu diambil dari tempat persemaiannya kemudian dicuci dengan air steril dan selanjutnya ditanam sebanyak empat bibit tiap lubangnya.

8. Penyiraman

Selama seminggu setelah penjarangan (tiap pot disisakan dua tanaman), medium tanam dipertahankan pada lengas 80 %. Setelah itu, dilakukan penyiraman sesuai dengan perlakuannya hingga saat panen (dihentikan pada umur 120 hari). Jumlah air yang diberikan didasarkan atas persen volume dan jumlah air yang hilang karena evapotranspirasi dan dikembalikan setiap hari dengan cara gravimetri yang mempertimbangkan penambahan berat tanaman.

Untuk percobaan lapangan dilakukan sesuai dengan perlakuannya, yaitu penyiraman dilakukan setiap hari dan selang sehari dengan jumlah air sebanyak 4 gembor per petak (tiap gembor kira-kira 8 l sehingga tiap petak disiram sebanyak 32 l). Penyiraman sesuai perlakuan dilakukan setelah tanaman mencapai umur dua minggu, sebelumnya dilakukan setiap hari sebanyak dua kali (pagi dan sore), selanjutnya hanya sekali pada sore hari.

9. Pemupukan

Pupuk yang diberikan meliputi hara makro dan mikro (pupuk basal) dengan komposisi tersaji pada lampiran IV. Dosis hara makro untuk tiap unsur sebanyak 5 ml per kantongnya, sedangkan hara mikro sebanyak 10 ml tiap unsurnya. Pupuk basal tersebut diberikan pada awal penanaman.

Untuk percobaan lapangan, pupuk SP-36 diberikan semuanya pada awal penanaman sebagai pupuk dasar. Pupuk urea diberikan seperempat bagian sebagai pupuk dasar, dua perempat bagian pada umur dua minggu setelah tanam dan seperempat sisanya diberikan pada umur enam minggu setelah tanam. Pupuk KCl diberikan sebanyak dua kali yakni separuh dosis pada umur dua minggu setelah tanam dan separuh sisanya enam minggu setelah tanam.

10. Pengendalian Hama

Pengendalian dilakukan dengan monitoring, artinya pengendalian dilakukan pada saat ditemukan populasi hama lebih dari 10 ekor per rumpun. Hama yang mengganggu tanaman padi di percobaan pot yaitu kutu kebul warna putih (*Bemisia tabacci*) yang mengganggu saat pertumbuhan vegetatif, namun ini hanya terjadi pada percobaan tanah non steril akibat letaknya yang berdekatan dengan tanaman murbei yang juga diganggu oleh hama yang sama. Pada pertumbuhan generatif yakni pada saat proses pengisian buah padi (bulir), tanaman diganggu oleh hama penghisap buah yang warnanya hitam (*Myzus persicae*). Untuk hama ini dikendalikan secara kimiawi dengan menggunakan Tamaron konsentrasi 2 cc/l.

Pada percobaan lapangan, hama yang mengganggu yaitu hama penghisap buah seperti pada percobaan pot, namun populasinya tidak tinggi. Intensitas gangguan tinggi dilakukan oleh hama burung dengan populasi cukup banyak dan sulit dikendalikan karena datang dan perginya tiba-tiba. Gangguan lain yaitu kecepatan angin pantai yang tinggi sehingga mengakibatkan sebagian tanaman rusak atau mati.

11. Panen

Panen dilakukan berdasarkan atas kriteria bulir padi sudah berwarna kuning semua. Pada percobaan ini dilakukan pada saat umur tanaman mencapai 125 hari, walaupun belum memenuhi kriteria panen secara sempurna. Ini dilakukan karena pada perlakuan tanpa inokulasi, bulir padinya sudah berwarna kuning semua dan umurnya sudah melewati umur sesuai deskripsi varietas Cirata.

F. Parameter Pengamatan

1. Skala pot

Pengamatan dilakukan pada saat tanaman mencapai umur satu bulan dan saat vegetatif maksimum. Jumlah tanaman yang diamati sebanyak dua pot atau rumpun dan dibongkar selanjutnya diamati parameter pertumbuhannya.

a. Karakteristik agronomi

- Tinggi tanaman dan jumlah daun. Tinggi tanaman diamati dengan cara mengukur mulai dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi setelah semua daun ditelangkupkan. Pengamatan ini dilakukan pada umur satu bulan dan saat pertumbuhan vegetatif maksimum/awal generatif (67 hari

setelah penjarangan). Tinggi tanaman dinyatakan dalam cm, sedangkan untuk jumlah daun, dihitung semua daun yang telah membuka penuh.

- Luas daun. Luas daun diamati pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum/awal generatif dengan menggunakan *Leaf Area Meter* dan dinyatakan dengan cm^2 .
- Panjang dan jumlah akar primer. Parameter ini diamati pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum.
- Berat kering akar dan tajuk. Berat kering akar dan tajuk diamati dengan cara membersihkan organ terlebih dahulu kemudian dioven pada suhu 85°C sampai beratnya konstan (kurang lebih 48 jam). Pengamatan dilakukan pada saat panen dan dinyatakan dalam gram.
- Jumlah anakan. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung semua anakan per rumpun pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum.

Komponen hasil tanaman. Komponen hasil tanaman meliputi jumlah malai, berat gabah kering (hampa dan bernas) dan total. Komponen hasil diamati pada saat panen.

b. Biokimia

Parameter biokimia meliputi kadar N jaringan tanaman yang diamati pada saat pertumbuhan vegetatif maksimum.

Setelah diamati parameter pertumbuhan lainnya, tanaman kemudian dioven pada temperatur 85°C sampai beratnya konstan dan selanjutnya semua bagian tanaman ditumbuk hingga halus. Material yang sudah halus tadi kemudian dianalisis kadar N jaringan di laboratorium Ilmu Tanah IP2TP Balitan Deptan, Yogyakarta.

c. Mikrobiologi

Pengamatan mikrobiologi ditujukan untuk mengetahui populasi bakteri di rhizosfer pada saat vegetatif maksimum atau awal pertumbuhan generatif. Dalam pengamatan ini dibedakan antara bakteri *indigenous* dan inokulan dengan melakukan penandaan (*marker*) berdasarkan resistensinya terhadap antibiotik dan temperatur. Untuk A-82 digunakan Ampicilin 100 ug/ml pada temperatur 42°C, sedangkan A1-19 digunakan Chloramphenicol 30 ug/ml pada temperatur 37 °C.

Untuk pengamatan ini, sebagian tanah rhizosfer tadi diambil sebanyak 0,1 g kemudian dilarutkan dalam akuades steril 1 ml selanjutnya diencerkan hingga 10^{-7} . Suspensi tersebut kemudian ditabur (*plating*) pada medium penanda sebagaimana tersebut di atas. Selanjutnya, kultur diinkubasikan selama 48 jam pada temperatur sesuai dengan resistensi isolatnya.

2. Skala lapangan

Parameter pengamatan meliputi komponen pertumbuhan dan hasil. Komponen pertumbuhan diamati pada saat tanaman mencapai pertumbuhan vegetatif maksimum atau awal generatif. Komponen pertumbuhan yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, panjang akar, jumlah akar, berat kering akar dan tajuk. Untuk komponen hasil yang diamati yaitu berat kering gabah bernaas, hampa dan total.

G. Analisis Data

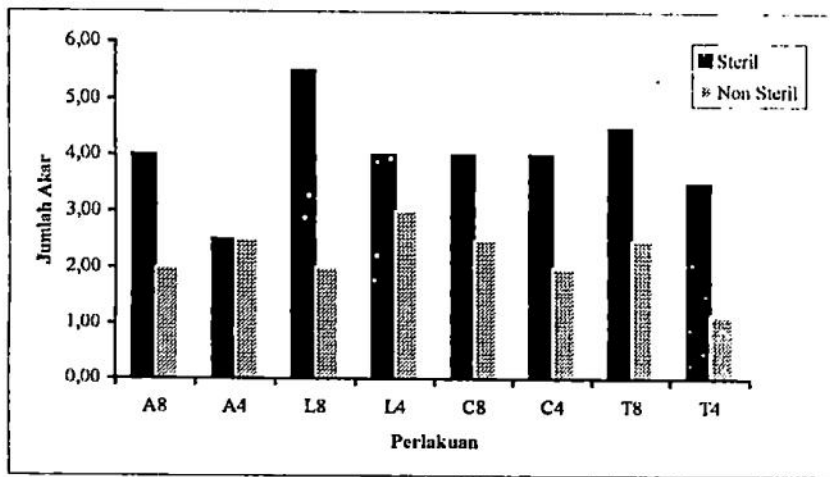
Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95 persen berdasarkan rancangan acak lengkap untuk percobaan pot (ulangan sama untuk tanah steril dan ulangan tidak sama untuk tanah non steril karena ada dua ulangan yang hilang (komunikasi pribadi dengan Ir. Lilik Kusdiarti, M.Sc. dan dianalisis oleh Dr.Ir. Nasrullah) dan rancangan acak kelompok lengkap. Selanjutnya, untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda dilakukan Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD) pada taraf 5 persen. Untuk pengujian perbandingan antara pembanding dengan perlakuan (penelitian lapangan) dilakukan dengan kontras ortogonal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Percobaan Pot

1. Jumlah akar tanaman pada umur satu bulan

Padi yang tumbuh di tanah baik steril maupun non steril dengan lengas 80% dan diinokulasi dengan isolat A1-19 cenderung menghasilkan jumlah akar lebih banyak dibandingkan dengan tanpa inokulasi atau pun isolat lainnya. Apabila dibandingkan berdasarkan kondisi tanahnya, nampak bahwa tanah steril cenderung lebih baik dibandingkan tanah non steril (Gambar 1).



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

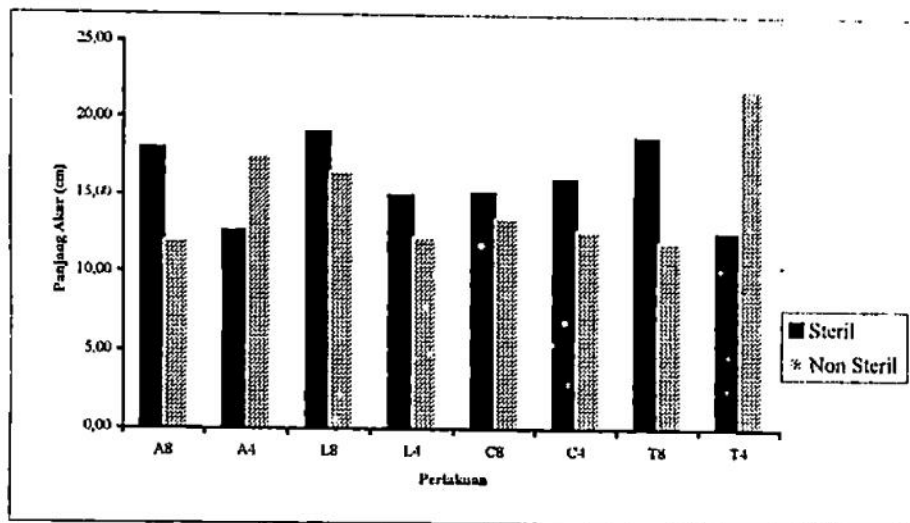
Gambar 1. Jumlah akar tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan

Pada lengas 40 % baik di tanah steril maupun non steril isolat A1-19 menghasilkan jumlah akar lebih baik dibandingkan dengan lainnya. Pada gambar di atas terlihat bahwa isolat A-82 di tanah non steril cenderung menghasilkan jumlah akar yang sama dibandingkan dengan tanah steril, sedangkan lainnya

cenderung lebih baik di tanah steril. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa aktivitas isolat yang diinokulasikan tidak terpengaruh dengan keberadaan mikroba lain di dalam tanah.

2. Panjang akar tanaman pada umur satu bulan

Pada Gambar 2, nampak bahwa tanaman yang tidak diinokulasi memiliki akar cenderung lebih panjang dibandingkan dengan yang diinokulasi baik di tanah steril maupun non steril pada lengas 80 %.



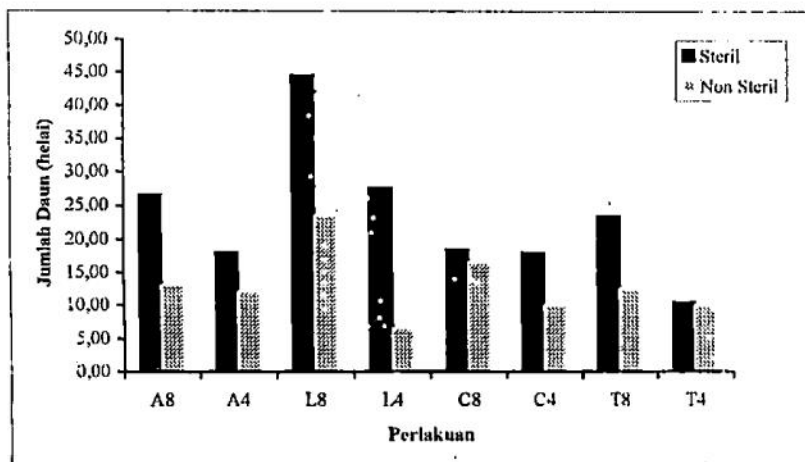
Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL 4 = lengas 40 % KL

Gambar 2. Panjang akar tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan

Pada lengas 40 % terlihat pada tanah steril tanaman yang diinokulasi cenderung memiliki akar yang lebih panjang dibandingkan dengan tanpa inokulasi, tetapi pada tanah non steril tanpa inokulasi lebih baik dibandingkan dengan yang diinokulasi. Hal ini diduga disebabkan oleh keberadaan mikroba lain (berdasarkan uji pendahuluan) pada tanah non steril sehingga mampu membantu kehidupan tanaman padi pada kondisi seperti itu.

3. Jumlah daun tanaman pada umur satu bulan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada tanah steril dan non steril lengas 80 %, tanaman yang diinokulasi dengan A1-19 cenderung memiliki jumlah daun lebih banyak dibandingkan lainnya. Meskipun demikian, pada tanah non steril dengan kandungan lengas 40 % inokulasi dengan A-82 cenderung memberikan jumlah daun lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 3).



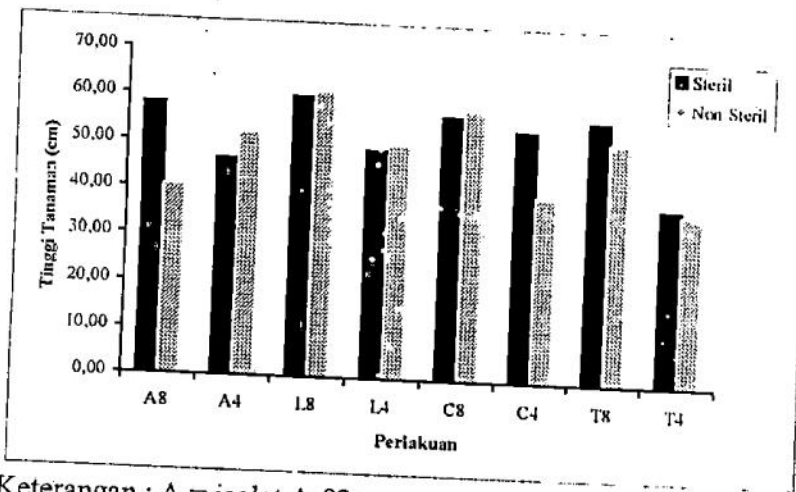
Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 3. Jumlah daun tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan

Gambar 3 di atas memperlihatkan bahwa inokulasi dengan rhizobakteri terutama A1-19 cenderung menghasilkan tanaman dengan jumlah daun lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi. Hasil ini didukung oleh parameter pertumbuhan lain seperti jumlah akar. Tanaman dengan jumlah akar lebih banyak, tentunya memiliki kemampuan lebih baik dalam pengambilan air dan unsur hara yang dibutuhkan.

4. Tinggi tanaman pada umur satu bulan

Padi yang diinokulasi dengan A1-19 pada tanah steril dengan lengas 80 % cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa inokulasi dan isolat lainnya lainnya (Gambar 4). Pada lengas yang sama terlihat isolat A1-19 dan campuran (A-82+A1-19) cenderung lebih tinggi dan baik di tanah non steril dibandingkan dengan di tanah steril. Di lain pihak, pada lengas 40 % A-82 dan A1-19 di tanah non steril menghasilkan padi yang lebih tinggi dibandingkan di tanah steril. Hal ini menunjukkan bahwa isolat-isolat yang diinokulasikan cenderung mampu berkompetisi dengan mikroba lain di dalam tanah.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

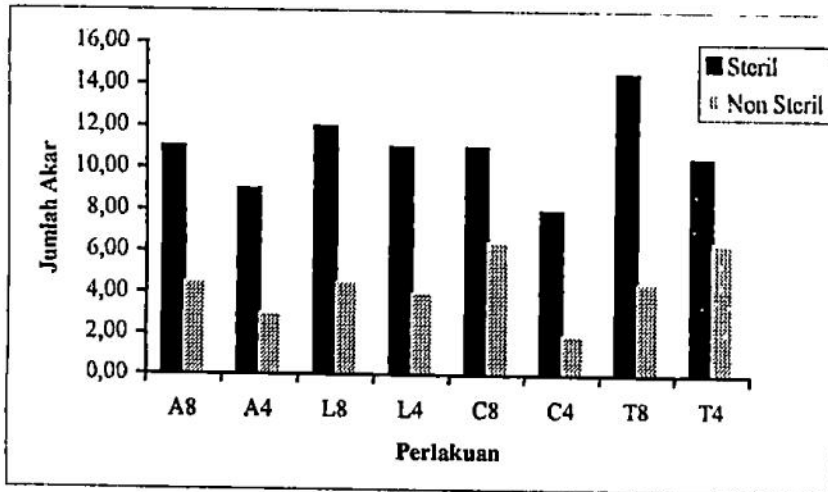
Gambar 4. Tinggi tanaman padi varietas Cirata pada umur satu bulan

Pada gambar 4, nampak bahwa inokulasi dengan rhizobakteri baik pada tanah steril dan non steril dengan kandungan lengas 80 % menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi. Pada gambar di atas nampak juga tanaman yang diinokulasi dengan rhizobakteri A1-19 cenderung lebih baik dibandingkan dengan isolat A-82 dan campuran A-82 + A1-19,

demikian juga pada lengas 40 %. Hasil didukung oleh parameter lain seperti jumlah akar dan jumlah daun yang menunjukkan bahwa isolat A1-19 cenderung menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi dan isolat lainnya.

5. Jumlah akar tanaman pada umur vegetatif maksimum

Tanaman yang tidak diinokulasi pada tanah steril dengan lengas 80 % cenderung memiliki jumlah akar lebih banyak dibandingkan dengan yang diinokulasi (Gambar 5). Hal ini diduga pada perlakuan tanpa inokulasi tidak terjadi kompetisi antara akar tanaman dengan rhizobakteri dalam menggunakan pasokan asimilat yang jumlahnya terbatas saat pertumbuhan vegetatif maksimum karena distribusi asimilat cenderung ke bagian tajuk tanaman. Di samping itu, pada kondisi lengas 80 % metabolisme tanaman masih baik (belum terganggu). Meskipun demikian, pada lengas 40 % inokulasi dengan A1-19 menghasilkan jumlah akar lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi. Pada gambar di bawah nampak bahwa tanaman yang tumbuh pada lengas 40 % di tanah non steril tanpa inokulasi memiliki jumlah akar lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi. Hal ini diduga tanaman mampu mengembangkan ketahanan internal dengan cara adaptasi anatomi, morfologi, fisiologi dan perubahan metabolisme melalui penyesuaian osmotik (Gardner, *et al.*, 1991; Pessaraki, 1995).



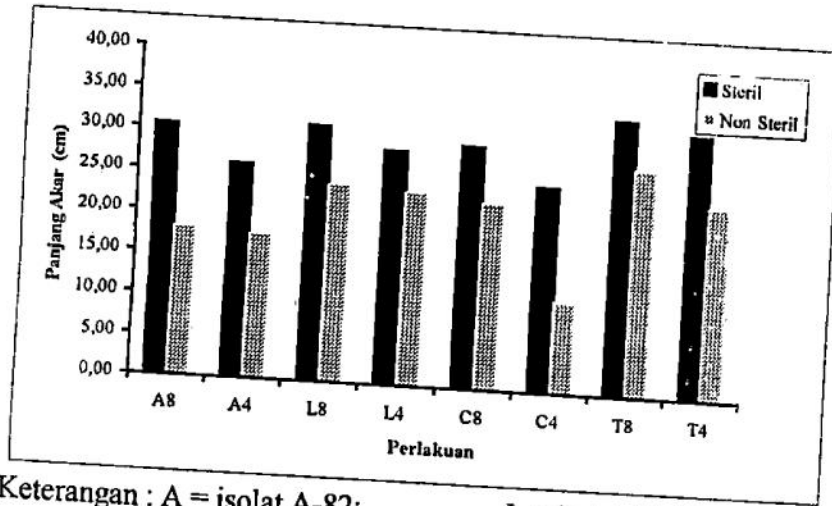
Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 5. Jumlah akar tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum

Pada gambar di atas terlihat bahwa pada tanah steril dan non steril dengan lengas 80 % dan 40 %, tanaman yang diinokulasi dengan Al-19 cenderung lebih baik dibandingkan dengan isolat A-82 dan campuran, hanya pada tanah non steril lengas 80 % isolat campuran memberikan jumlah akar lebih baik.

6. Panjang akar tanaman pada umur vegetatif maksimum

Akar tanaman yang diinokulasi cenderung lebih pendek dibandingkan dengan tanpa inokulasi baik pada tanah steril maupun non steril dengan lengas 80 % dan 40 % (Gambar 6). Hal ini diduga disebabkan saat tanaman mencapai umur vegetatif maksimum pasokan asimilat berubah pola distribusinya dan cenderung diarahkan ke bagian tajuk tanaman.



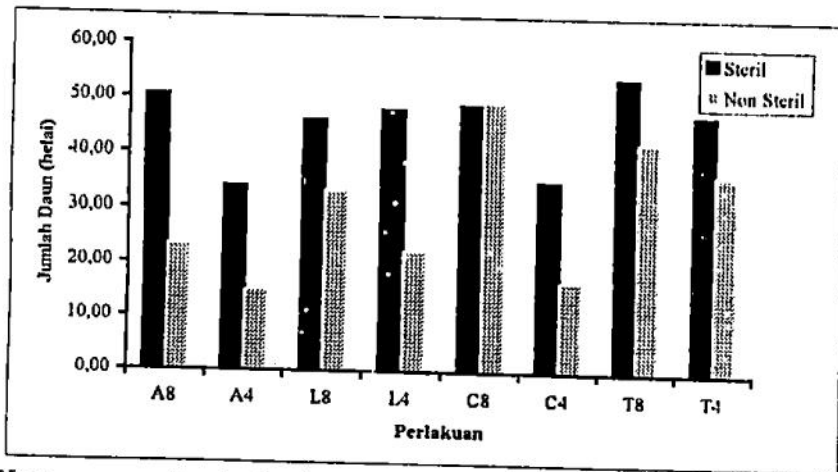
Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
 8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 6. Panjang akar tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum

Pada gambar di atas, nampak bahwa tanaman yang diinokulasi dengan Al-19 baik pada tanah steril maupun non steril dengan lengas 80 % dan 40 % cenderung memiliki akar lebih panjang dibandingkan dengan isolat A-82 dan campuran.

7. Jumlah daun tanaman pada umur vegetatif maksimum

Jumlah daun cenderung lebih baik dihasilkan oleh tanaman yang diinokulasi dengan A-82 pada lengas 80 %, namun pada lengas 40 % kecenderungan lebih baik pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat Al-19 dan campuran (gambar 7).



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 7. Jumlah daun tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum

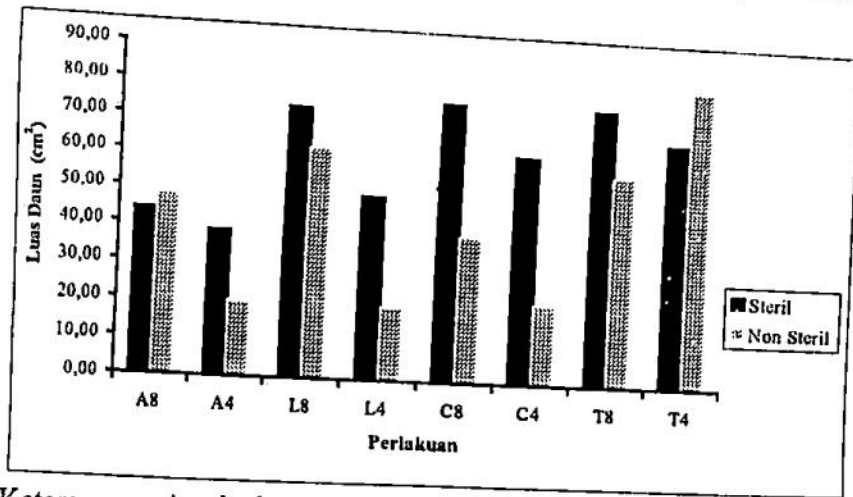
Pada gambar di atas, terlihat bahwa tanaman yang tidak diinokulasi cenderung memiliki jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi baik pada tanah steril maupun non steril lengas 40 %, namun pada lengas 80 % nampak inokulasi dengan isolat campuran (A-82+A1-19) cenderung lebih baik.

8. Luas daun tanaman pada umur vegetatif maksimum

Rerata luas daun tanaman padi akibat inokulasi dengan rhizobakteri pada tanah steril dan non steril saat pertumbuhan vegetatif maksimum dengan kadar lengas 80 % dan 40 % ditunjukkan pada Gambar 8 di bawah.

Pada tanah pasir steril dengan kadar lengas 80 % terlihat inokulasi dengan isolat campuran menghasilkan luas daun tertinggi dibandingkan dengan isolat lainnya, namun pengaruh tersebut relatif sama dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Sebaliknya, pada tanah steril maupun non steril kadar lengas 40 %, luas daun tertinggi dihasilkan oleh tanaman yang tidak diinokulasi. Hal ini

menunjukkan bahwa inokulasi dengan rhizobakteri belum mampu memperbaiki luas daun tanaman dan diduga tanaman mampu mengembangkan ketahanan internal terhadap cekaman kekeringan, sebagaimana disebutkan oleh Pessaraki (1995) bahwa tanaman mampu bertahan dalam cekaman kekeringan dengan cara adaptasi anatomi dan morfologi, adaptasi fisiologi serta perubahan metabolisme.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

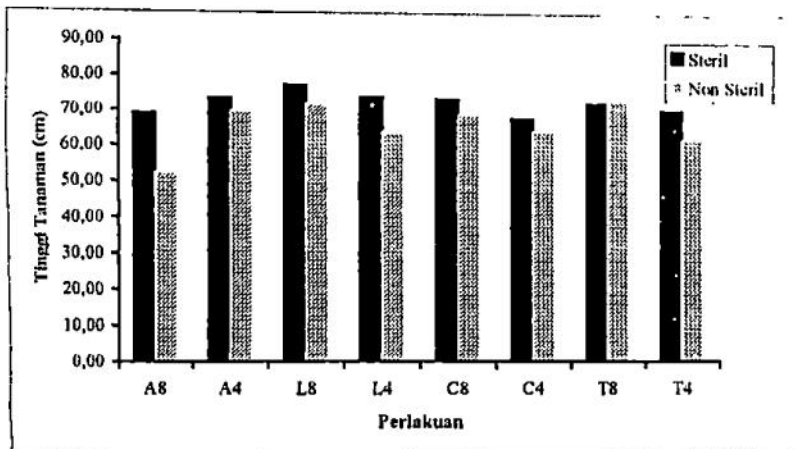
Gambar 8. Luas daun tanaman padi varietas Cirata umur vegetatif maksimum

Inokulasi rhizobakteri isolat Al-19 pada tanah non steril dengan kadar 80 % menghasilkan daun terluas dibandingkan inokulasi dengan isolat lainnya, sedangkan pada kadar 40 %, daun terluas dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat campuran antara A-82 dengan Al-19. Keadaan ini menunjukkan bahwa inokulasi dengan rhizobakteri khususnya Al-19 mampu memperbaiki luas daun tanaman padi dan kemampuan ini diduga didukung pula oleh keberadaan mikroba indigenus yang sinergistik. Demikian juga yang terjadi pada tanaman yang tumbuh di tanah non steril pada lengas 40 % diduga proses fisiologisnya dibantu oleh keberadaan mikroba lain di dalam tanah.

9. Tinggi tanaman pada umur vegetatif maksimum

Pada Gambar 9 ditunjukkan bahwa pada tanah steril, tanaman yang diinokulasi dengan isolat A1-19 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya baik pada lengas tanah 80 % maupun 40 %.

Pada tanah non steril lengas 80 %, tanaman yang tidak diinokulasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang diinokulasi, sedangkan pada lengas 40 %, kecenderungan lebih baik dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan A1-19 dan tanpa inokulasi.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

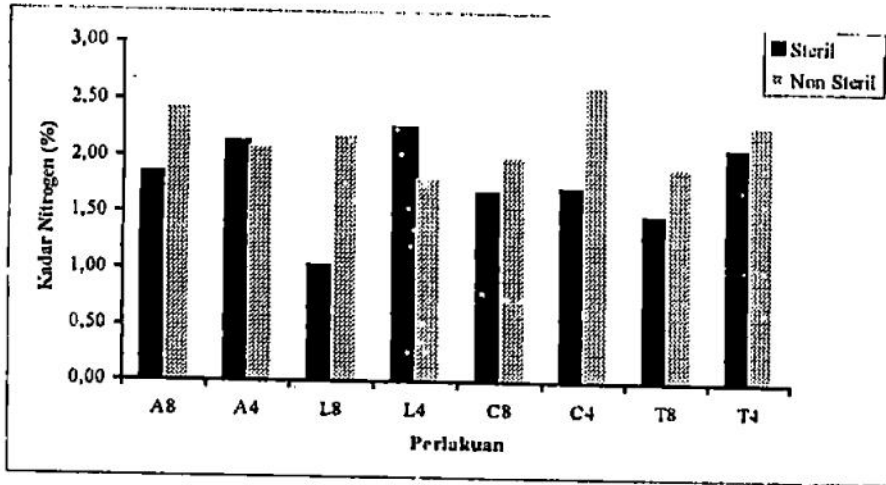
Gambar 9. Tinggi tanaman padi varietas Cirata pada umur vegetatif maksimum

Pada gambar di atas tampak bahwa tanaman yang tumbuh di tanah steril lebih baik dibandingkan dengan di tanah non steril, kecuali tanpa inokulasi dengan lengas 80 % menghasilkan tanaman yang lebih tinggi.

10. Kadar N jaringan tanaman

Kadar N jaringan tanaman merupakan salah satu indikator proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh tanaman. Di bawah ini (gambar 10)

ditunjukkan kadar N jaringan tanaman padi akibat inokulasi dengan rhizobakteri osmotoleran pada tanah pasir pantai dengan kadar lengas tanah 80 % dan 40 %.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat A1-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

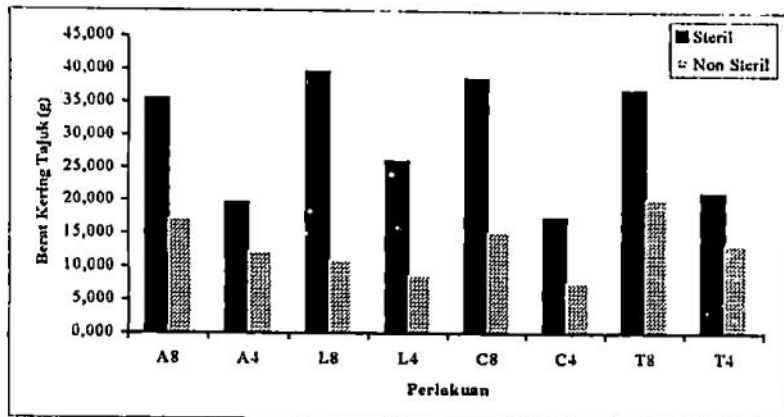
Gambar 10. Kadar N jaringan tanaman saat umur vegetatif maksimum

Pada tanah steril dengan kadar lengas tanah 80 % terlihat bahwa kadar N jaringan tertinggi cenderung dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82, sedangkan pada kadar lengas 40 %, kadar N jaringan tertinggi dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan A1-19. Hal ini menunjukkan bahwa isolat A1-19 cenderung lebih mampu memperbaiki proses metabolisme dalam tubuh tanaman pada kondisi cekaman kekeringan. Sementara itu, pada tanah non steril dengan kadar lengas 80 %, kadar N jaringan tanaman tertinggi juga dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82, namun pada kadar lengas 40 % kadar N jaringan tertinggi dicapai oleh isolat campuran (A-82+A1-19). Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi non steril terutama dalam lingkungan cekaman kekeringan inokulasi secara bersamaan lebih baik dibandingkan dengan inokulasi menggunakan isolat tunggal karena aktivitas sinergistik keduanya mampu bersaing dengan mikroba lain dalam tanah sehingga dapat membantu tanaman untuk memperbaiki proses metabolisme dan meningkatkan kandungan N jaringan.

11. Berat kering tajuk

Hasil analisis berat kering tajuk disajikan pada tabel 1 (lampiran I). Interaksi antara inokulasi dengan kadar lengas tanah tidak terjadi dan perbedaan nyata hanya terjadi pada perlakuan kadar lengas baik pada tanah steril maupun non steril. Tanaman yang ditumbuhkan pada tanah pasir pantai dengan kadar lengas 80 % lebih baik daripada yang tumbuh pada kadar lengas 40 %. Hal itu membuktikan bahwa tanaman padi varietas Cirata tidak mampu tumbuh dengan baik pada tanah pasir dengan kadar lengas tanah 40 %.

Selanjutnya, walaupun hasil analisis tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan inokulasi tetapi apabila dicermati dari gambar 11 di bawah ini



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat AI-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 11. Berat kering tajuk tanaman saat panen

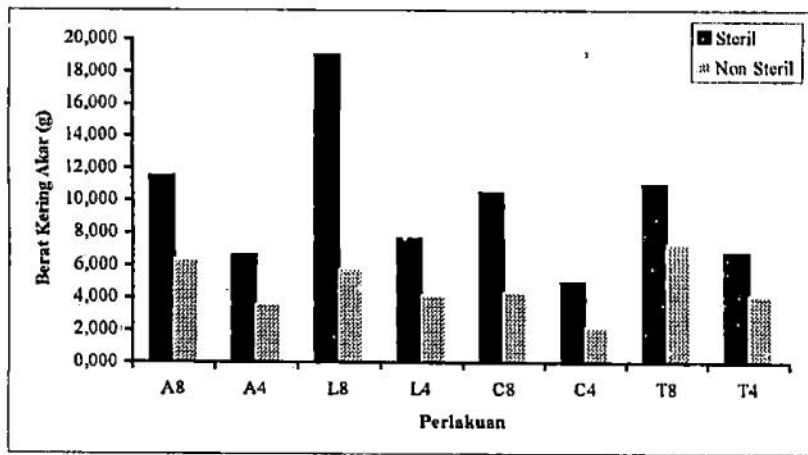
Terlihat bahwa berat kering tajuk tertinggi cenderung dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 baik pada kadar lengas 80 % maupun 40 % pada tanah steril, sedangkan pada non steril isolat campuran lebih baik dibandingkan dengan lainnya terutama pada lengas 40 % dan 80 %. Hal ini menunjukkan bahwa

ada kecenderungan aktivitas sinergistik antara kedua isolat sehingga mampu membantu pertumbuhan tanaman padi. Dari fakta di atas, nampak isolat A-82 aktivitasnya cenderung lebih baik dibandingkan A1-19.

12. Berat kering akar

Hasil analisis rerata berat kering akar menunjukkan tidak ada interaksi antara inokulasi dengan lengas tanah (Tabel 1 dalam lampiran I). Perbedaan yang nyata ditunjukkan oleh lengas tanah yang berbeda, yakni tanaman yang ditumbuhkan di tanah pasir pantai dengan lengas tanah 80 % menghasilkan berat kering akar lebih tinggi dibandingkan dengan lengas tanah 40 % pada tanah steril, namun pada tanah non steril lengas tanah tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pada aras lengas tanah sebesar 40 % tanaman mampu tumbuh seperti pada lengas 80 %, walaupun kecenderungannya lebih jelek. Perbedaan yang tidak signifikan tersebut diduga disebabkan oleh aktivitas rhizobakteri yang diinokulasikan dan mikroba lain dalam tanah.

Berdasarkan hasil analisis statistik terlihat tidak terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan inokulasi rhizobakteri, namun demikian apabila dilihat pada Gambar 12 di bawah ini nampak bahwa



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 12. Berat kering akar tanaman saat panen

Pada Gambar 12 di atas terlihat bahwa inokulasi dengan isolat A-82 menghasilkan rerata berat kering tertinggi (19,0 g) dibandingkan dengan isolat lainnya. Hal ini diduga disebabkan kemampuan hidup isolat A-82 lebih baik dibandingkan isolat lainnya. Kemampuan hidup yang tinggi itu dikarenakan isolat A-82 lebih mampu bertahan hidup pada kondisi yang lebih panas atau kering dibandingkan isolat lainnya. Hal ini sesuai dengan hasil uji pendahuluan yang menyebutkan bahwa A-82 mampu bertahan hidup hingga temperatur 42°C atau lebih tinggi lagi.

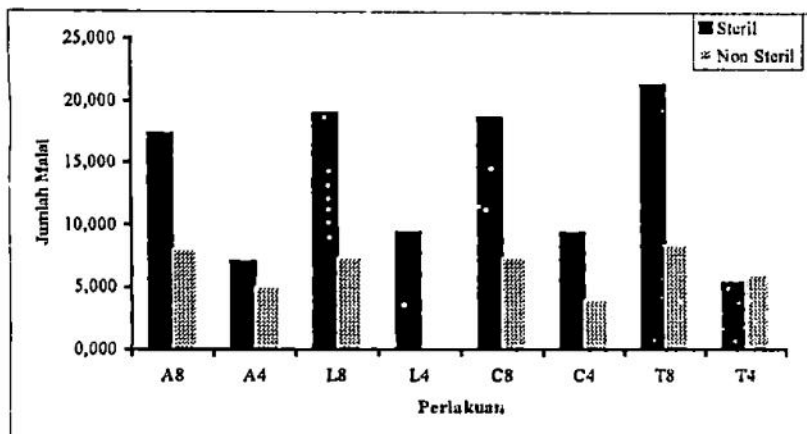
13. Jumlah malai

Hasil analisis jumlah malai per rumpun disajikan dalam Tabel 1 pada lampiran I. Inokulasi rhizobakteri pada tanaman padi tidak berinteraksi nyata dengan kandungan lengas tanah pasir pantai. Lengas tanah yang berbeda menghasilkan jumlah malai yang berbeda secara nyata. Tanaman yang tumbuh pada tanah pasir dengan lengas tanah 80 % menghasilkan jumlah malai lebih

banyak dibandingkan yang tumbuh pada kandungan lengas 40 % dari kapasistas lapangan.

Perbedaan yang nyata tidak terjadi antar macam isolat yang diinokulasikan pada tanaman padi di tanah pasir pantai. Selanjutnya, apabila dilihat dalam Gambar 13 di bawah ini menunjukkan kecenderungan yang berbeda di antara macam isolat yang digunakan.

Dari Gambar 13 terlihat bahwa inokulasi dengan isolat campuran cenderung menghasilkan jumlah malai lebih banyak dibandingkan isolat lainnya pada tanah steril dan non steril. Hal ini disebabkan oleh tingkat pertumbuhan tajuk dan akar tanaman padi yang diinokulasi dengan isolat campuran cenderung lebih baik dibandingkan dengan isolat lainnya. Kondisi demikian memungkinkan proses fisiologis yang dilakukan oleh tanaman juga lebih baik dan akibatnya pembentukan malainya juga lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas kedua isolat yang diaplikasikan secara bersama-sama bersifat sinergistik sehingga cenderung mampu memperbaiki jumlah malai.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

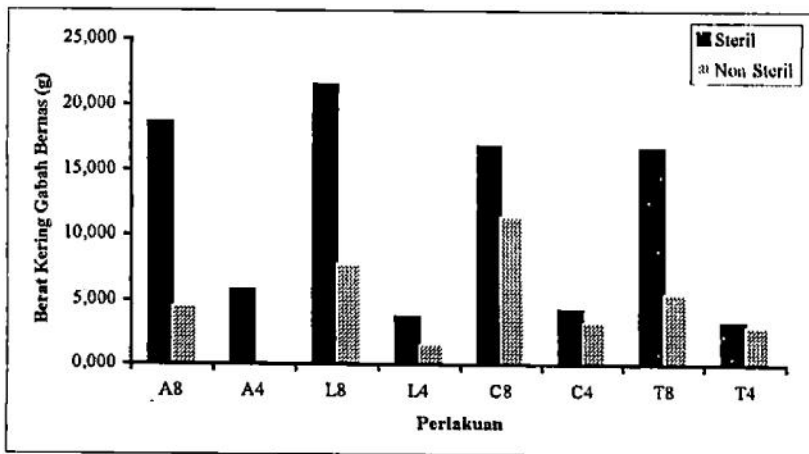
Gambar 13. Jumlah malai tanaman saat panen

Inokulasi pada tanah steril menghasilkan jumlah malai lebih banyak dibandingkan di tanah non steril. Hal ini disebabkan oleh kondisi pertumbuhan tanaman di tanah non steril mengalami gangguan hama kutu kebul (*Myzus persicae*), sedangkan di tanah steril tidak terganggu. Upaya pengendalian sudah dilakukan tetapi tidak berhasil dengan baik. Gangguan paling berat terjadi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 pada kadar lengas 40 %, sehingga tanaman tidak mampu membentuk malai.

14. Berat kering gabah bernas

Berat kering gabah bernas per rumpun tidak dipengaruhi secara nyata oleh interaksi antara inokulasi rhizobakteri dengan kandungan lengas tanah. Perbedaan nyata terjadi pada tanaman yang ditumbuhkan pada lengas tanah yang berbeda, sedangkan macam isolat yang diinokulasikan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1 dalam lampiran I). Pada Tabel 1 disebutkan bahwa tanaman yang tumbuh pada kandungan lengas tanah 80% menghasilkan berat kering gabah bernas lebih tinggi daripada yang tumbuh pada kandungan lengas 40 % baik pada tanah steril maupun non steril.

Macam isolat tidak mempengaruhi berat gabah bernas kering secara nyata, namun demikian tampak adanya kecenderungan perbedaan di antara macam isolat yang diinokulasikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 14. Berat kering gabah bernas per rumpun tanaman

Gambar 14 menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh di tanah steril dan diinokulasi dengan isolat Al-19 menghasilkan gabah bernas (21,6 g) lebih berat dibandingkan dengan isolat lainnya, kemudian diikuti isolat A-82 (18,6 g). Pada tanah non steril tampak bahwa isolat campuran lebih baik (11,4 g) dibandingkan dengan lainnya. Hal ini berarti bahwa tanaman yang diinokulasi cenderung tumbuh lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi (sebagaimana parameter pertumbuhan yang telah diurai sebelumnya), sehingga proses pengisian bijinya juga lebih baik.

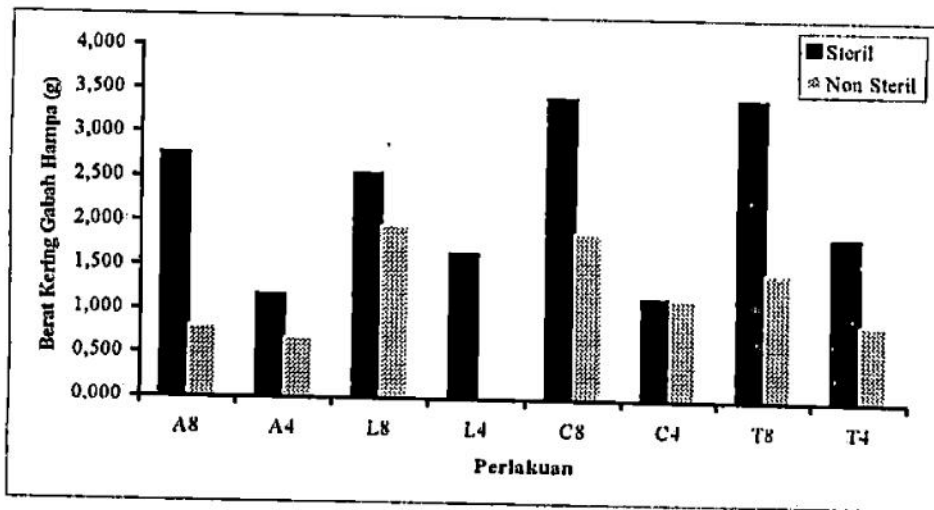
15. Berat kering gabah hampa

Gabah hampa yang dimaksud adalah gabah yang tidak berisi biji dan/atau berisi tetapi tidak penuh karena proses pengisiannya belum maksimum (saat panen masih hijau).

Hasil analisis berat kering gabah hampa tersaji dalam Tabel 1 pada lampiran I. Hasil analisis menyebutkan tidak terjadi interaksi antara macam isolat dengan kandungan lengas tanah.

Kandungan lengas tanah yang berbeda menyebabkan perbedaan secara nyata berat kering gabah hampa. Pada Tabel 1 tampak pula bahwa tanaman yang tumbuh di tanah pasir pantai dengan kandungan lengas 80 % menghasilkan gabah hampa lebih berat dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh pada lengas 40 %. Hal ini disebabkan pada kandungan lengas 80 %, tanaman menghasilkan bulir gabah lebih banyak tetapi pada saat dipanen kondisi gabah tersebut banyak yang tidak berisi penuh (karena saat pemberian air dihentikan masih banyak bulir padi yang berwarna hijau) sehingga berat gabah hampa keringnya juga lebih tinggi daripada lengas 40 %. Fenomena ini terjadi baik pada tanah steril maupun non steril.

Selanjutnya, berat kering gabah hampa tidak dipengaruhi secara nyata oleh macam isolat yang diinokulasikan. Walaupun hasil analisis menunjukkan demikian, tetapi apabila dilihat pada Gambar 15 di bawah ini nampak kecenderungan yang berbeda di antara macam isolat tersebut.



Keterangan : A = isolat A-82; L = isolat Al-19; T = tanpa inokulasi
8 = lengas 80 % KL; 4 = lengas 40 % KL

Gambar 15. Berat kering gabah hampa per rumpun tanaman

Pada Gambar 15 memperlihatkan bahwa isolat campuran menghasilkan gabah hampa kering yang lebih berat dibandingkan lainnya kemudian diikuti isolat Al-19. Hal ini disebabkan pada saat panen diperoleh jumlah bulir gabah yang lebih banyak tetapi kondisinya banyak yang masih berwarna hijau, sehingga pada saat dikeringkan gabahnya menjadi hampa atau tidak terisi penuh (tidak bernas). Pada tanah non steril, isolat campuran justru menghasilkan gabah hampa kering terendah dibandingkan dengan isolat tunggalnya.

16. Pengamatan kualitatif

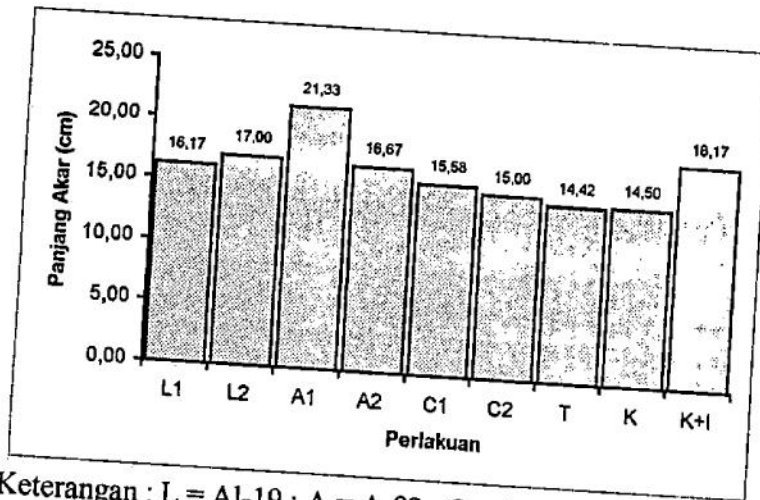
Pengamatan kualitatif dilakukan terhadap saat berbunga tanaman. Secara umum nampak bahwa tanaman yang diinokulasi lebih awal berbunga yaitu terjadi pada hari ke 62, sedangkan yang tanpa inokulasi terjadi pada hari ke 67 terutama pada lengas 80 %. Hal ini diduga disebabkan tanaman yang diinokulasi mencapai titik layu permanen lebih lama dua hari dibandingkan dengan tanaman yang tidak

diinokulasi. Kenyataan ini didukung oleh hasil percobaan kasuistis yaitu tiga pot diinokulasi dengan isolat campuran dan tiga pot lagi tidak diinokulasi, semua pot disiram air sampai kapasitas lapangan dan selanjutnya dibiarkan sampai mati. Dari hasil pengamatan diperoleh hasil bahwa tanaman yang tidak diinokulasi mencapai titik layu permanen pada hari keenam, sedangkan tanaman yang diinokulasi terjadi pada hari kedelapan.

17. Perubahan populasi rhizobakteri

Untuk meyakinkan bahwa yang tumbuh di dalam medium penanda hanya rhizobakteri yang diinokulasikan maka dilakukan percobaan penebaran suspensi mikrobial indigenus. Hasil percobaan menunjukkan bahwa yang tumbuh dalam medium LB + Ampicilin 100 ug/ml dan LB + Chloramphenicol 30 ug/ml hanya cendawan.

Perubahan populasi yang diamati dengan cara melakukan isolasi rhizobakteri dari daerah perakaran padi pada umur satu bulan dan vegetatif maksimum kemudian menumbuhkannya pada medium LB+Ampicilin 100 ug/ml dengan temperatur inkubasi 42 °C untuk A-82 dan LB+Chloramphenicol 30 ug/ml dengan temperatur inkubasi 37 °C untuk Al-19. Dari dua kali ulangan yang dilakukan hingga pengenceran 10^{-7} ternyata populasi yang diperoleh selalu jauh lebih banyak (tak terhingga) dan berdasarkan kriteria penghitungan koloni bakteri yang berkisar 30 – 300 koloni dapat dikatakan jumlahnya tak terhingga (Joetono *et al.*, 1973). Hal ini terjadi disebabkan rhizobakteri yang diinokulasikan dapat tumbuh dengan baik di tanah pasir pantai yang kondisinya cenderung aerob dan kondisi seperti itu sesuai dengan sifat hidup rhizobakterinya yang juga aerob (berdasarkan uji pendahuluan).



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

Gambar 16. Panjang akar tanaman pada umur vegetatif maksimum

Berdasarkan Gambar 16 di atas nampak bahwa tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 dan disiram setiap hari cenderung memiliki akar lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh proses asimilasi yang dilakukan oleh tanaman yang diinokulasi dengan A-82 dapat berlangsung lebih baik dibandingkan dengan lainnya sehingga asimilat yang dihasilkan pun lebih baik.

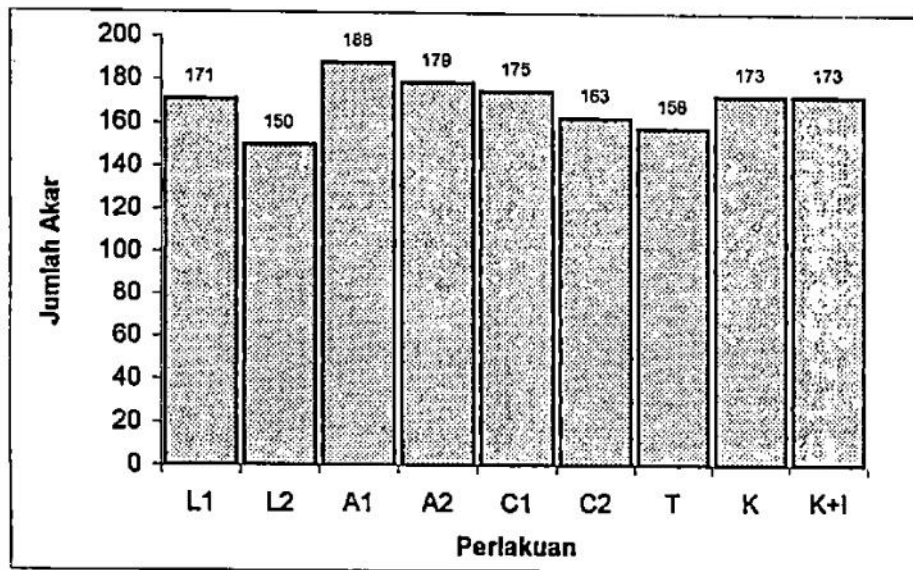
Kecenderungan di atas didukung oleh data jumlah daun dan luas daun tanaman padi yang diinokulasi dengan A-82 lebih baik dibandingkan dengan isolat lainnya maupun tanpa inokulasi.

19. Jumlah akar

Inokulasi rhizobakteri dan interval penyiraman tidak berinteraksi mempengaruhi jumlah akar padi. Selanjutnya, hasil analisis menunjukkan pula

tidak ada perbedaan yang nyata di antara macam inokulasi dan interval penyiraman (Tabel 2 dalam lampiran I).

Berdasarkan hasil analisis disebutkan bahwa perlakuan inokulasi tidak menunjukkan perbedaan nyata, namun apabila dicermati ada kecenderungan tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 memiliki jumlah akar terbanyak dan yang tidak diinokulasi jumlah akarnya sedikit (Gambar 17).



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

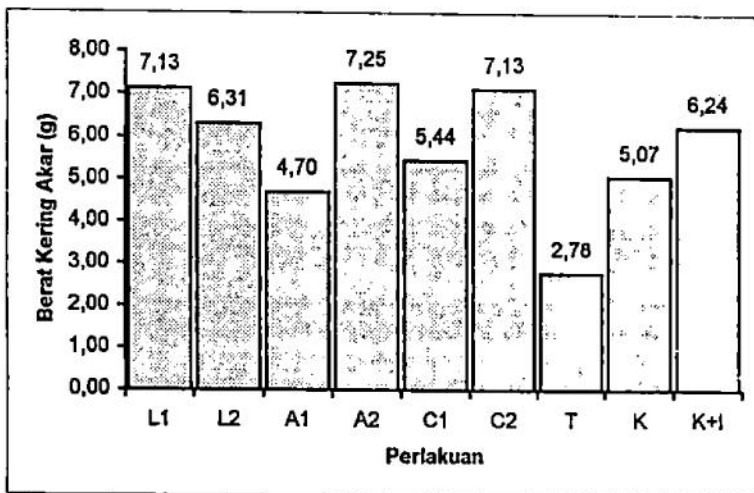
Gambar 17. Jumlah akar tanaman pada umur vegetatif maksimum

Kecenderungan di atas dikuatkan oleh parameter pertumbuhan lain seperti jumlah dan luas daun serta panjang akar padi yang diinokulasi dengan isolat A-82 cenderung lebih baik dibandingkan dengan lainnya. Hal ini diduga bahwa proses fisiologis organ tanaman di atas permukaan tanah (tajuk) berlangsung lebih baik sehingga mengakibatkan pertumbuhan organ akar juga lebih baik

20. Berat kering akar

Hasil analisis berat kering akar padi disajikan dalam Tabel 2 lampiran I. Dalam tabel itu disebutkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan inokulasi dengan pembandingnya.

Selanjutnya, dapat disebutkan pula bahwa tidak terjadi interaksi antara inokulasi dengan interval penyiraman dan juga tidak ada beda yang signifikan di antara perlakuan macam isolat atau pun interval penyiraman.



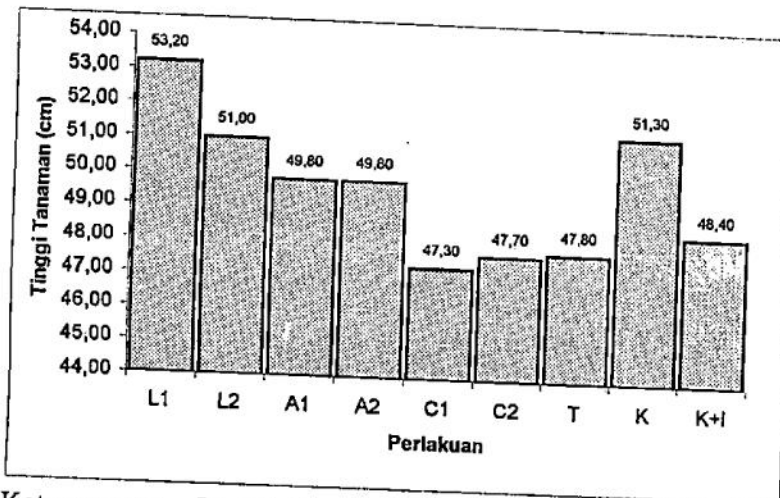
Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

Gambar 18. Berat kering akar tanaman pada umur vegetatif maksimum

Dari Gambar 18 di atas, terlihat bahwa tanaman yang tidak diinokulasi memiliki berat kering akar cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi. Hal ini menunjukkan proses distribusi asimilat ke arah akar dan akumulasinya pada tanaman yang diinokulasi cenderung lebih baik.

21. Tinggi tanaman

Hasil analisis rerata tinggi tanaman padi akibat inokulasi dan penyiraman di lahan pasir pantai disajikan dalam Tabel 2 pada lampiran I. Hasil analisis menyebutkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan (inokulasi dan penyiraman) dengan tiga pembandingnya, tidak terjadi interaksi antara inokulasi dengan penyiraman dan tidak ada perbedaan yang nyata juga di antara perlakuan inokulasi dan interval penyiraman.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

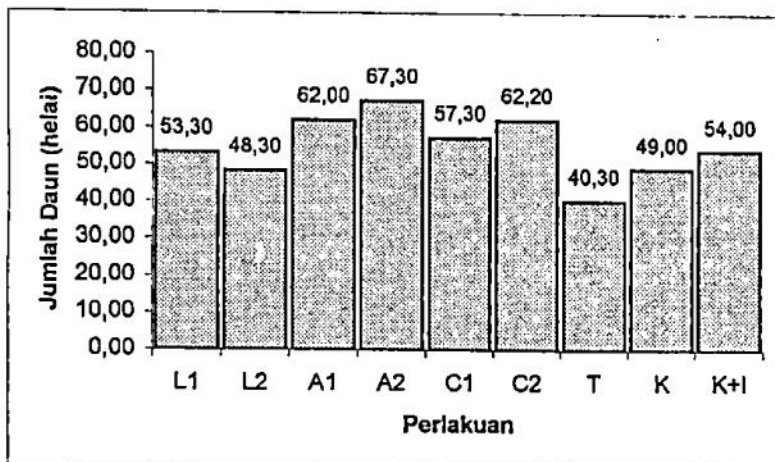
Gambar 19. Tinggi tanaman pada umur vegetatif maksimum

Inokulasi dengan isolat A1-19 cenderung menghasilkan tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan pembanding maupun perlakuan inokulasi lainnya.

22. Jumlah daun

Pengaruh yang diakibatkan oleh perlakuan inokulasi dan interval penyiraman terhadap jumlah daun padi di lahan pasir pantai disajikan dalam Tabel 2 pada lampiran I.

Pada Tabel 2 menyebutkan tidak ada interaksi yang nyata di antara inokulasi dengan interval penyiraman dan tidak ada perbedaan yang signifikan di antara macam inokulasi dan interval penyiraman. Namun demikian, apabila dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi ternyata inokulasi dengan semua macam isolat menghasilkan jumlah daun lebih banyak dan signifikan. Isolat A-82 cenderung menghasilkan daun lebih banyak dibandingkan dengan isolat lainnya.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19

T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi

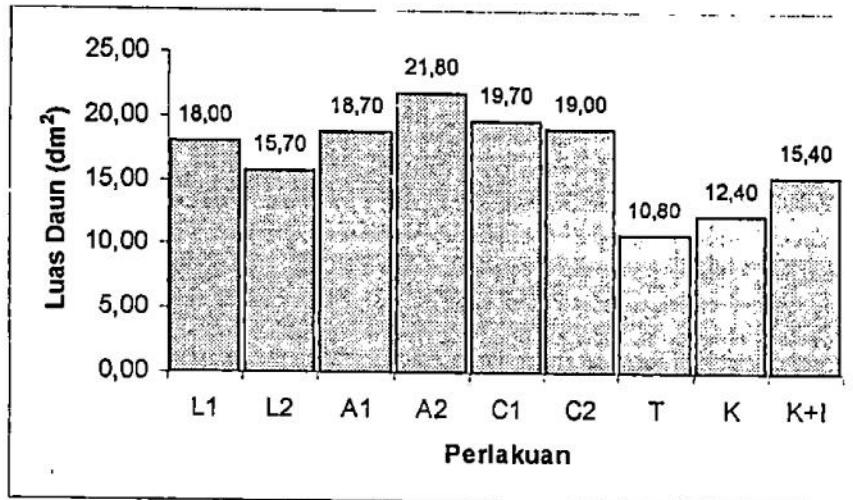
K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran

Gambar 20. Jumlah daun tanaman pada umur vegetatif maksimum

23. Luas daun

Tidak terjadi pengaruh interaksi antara inokulasi dengan interval penyiraman terhadap luas daun padi yang ditumbuhkan di lahan pasir pantai.

Hasil analisis luas daun secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2 lampiran I. Tanaman padi yang tidak diinokulasi menghasilkan daun dengan luas yang lebih sempit dan signifikan perbedaannya dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi dengan semua macam isolat.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran

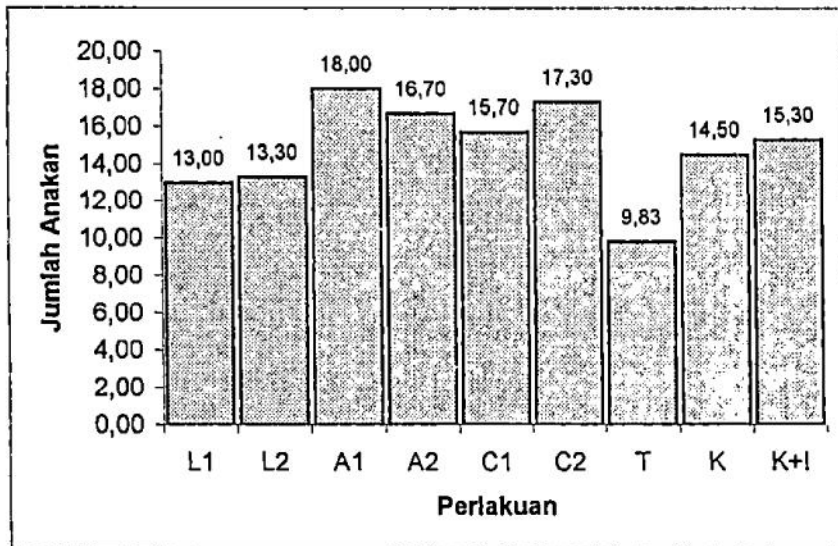
Gambar 21. Luas daun tanaman pada umur vegetatif maksimum

Pada Gambar 21 nampak bahwa di antara isolat yang diinokulasikan, nampak bahwa isolat A-82 cenderung menghasilkan tanaman dengan daun yang lebih luas dibandingkan dengan isolat lainnya. Hal ini selaras dengan jumlah daun yang dihasilkan akibat inokulasi dengan isolat A-82 cenderung lebih banyak dibandingkan dengan isolat lainnya.

24. Jumlah anakan

Jumlah anakan tanaman padi tidak dipengaruhi oleh interaksi antara inokulasi dengan interval penyiraman, walaupun tidak berbeda nyata dengan

ketiga pembandingnya. Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat dalam Tabel 2 di lampiran I. Dari tabel tersebut terlihat bahwa tanaman yang diinokulasi cenderung memiliki jumlah anakan lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi (pembanding T).



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 +A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

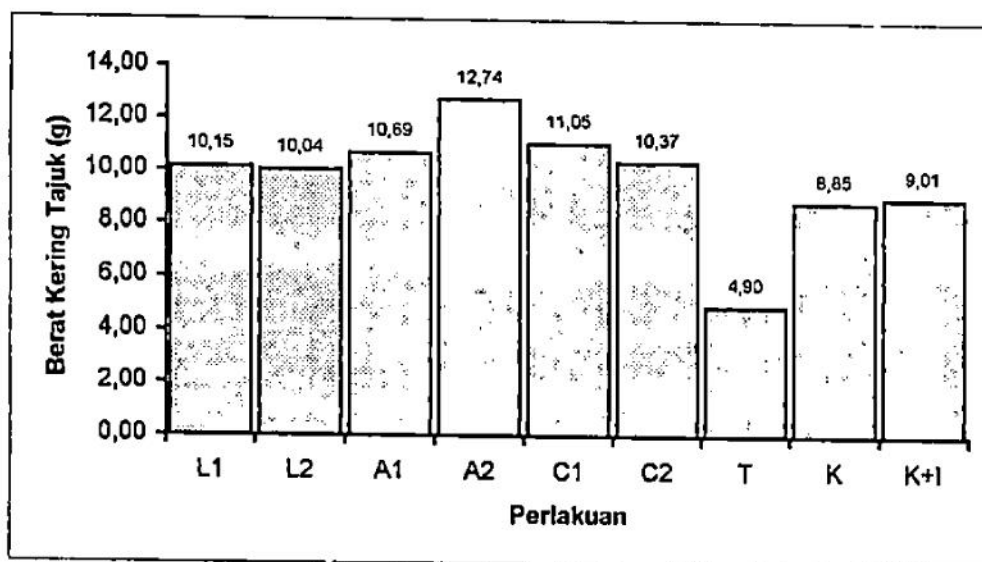
Gambar 22. Jumlah anakan per rumpun pada umur vegetatif maksimum

Selanjutnya dari Gambar 22 di atas, terlihat bahwa tanaman yang diinokulasi isolat A-82 dan disiram setiap hari menghasilkan anakan dengan jumlah terbanyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

25. Berat kering tajuk

Berat kering tajuk merupakan biomas tanaman bagian atas permukaan tanah yang besar-kecilnya ditentukan oleh komponen pertumbuhan bagian tajuk sendiri, seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan luasnya. Tanaman yang

dinokulasi menghasilkan berat kering tajuk lebih tinggi dan signifikan dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi (Tabel 2 dalam lampiran I). Pada Tabel 15 disebutkan bahwa tidak terjadi interaksi antara inokulasi dengan interval penyiraman dan tidak ada perbedaan nyata di antara macam isolatnya.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

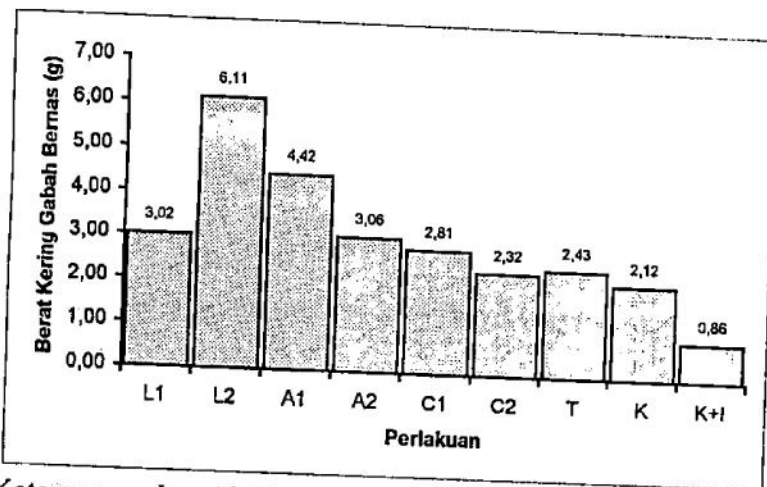
Gambar 23. Berat kering tajuk tanaman pada umur vegetatif maksimum

Berdasarkan Gambar 23 di atas tampak bahwa tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 dan disiram selang sehari cenderung menghasilkan berat kering akar lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 tersebut sebagaimana fakta di muka memiliki jumlah dan luas daun yang lebih baik dibandingkan dengan lainnya. Ini menunjukkan bahwa keberadaan rhizobakteri tersebut cenderung memberikan kondisi yang lebih baik sehingga metabolisme tanaman

26. Berat kering gabah bernas

Pengaruh inokulasi terhadap berat kering gabah bernas padi tidak signifikan dibandingkan dengan ketiga pembandingnya (Tabel 2 dalam lampiran I). Interaksi juga terjadi antara inokulasi dengan interval penyiraman dan tidak pula terjadi perbedaan yang nyata di antara perlakuan inokulasi maupun interval penyiraman.

Hasil analisis dalam tabel di atas menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar isolat, namun demikian berdasarkan rerata berat kering gabah bernasnya terlihat tanaman yang diinokulasi dengan A1-19 dan disiram selang sehari cenderung menghasilkan gabah kering bernas lebih baik dibandingkan isolat lainnya.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

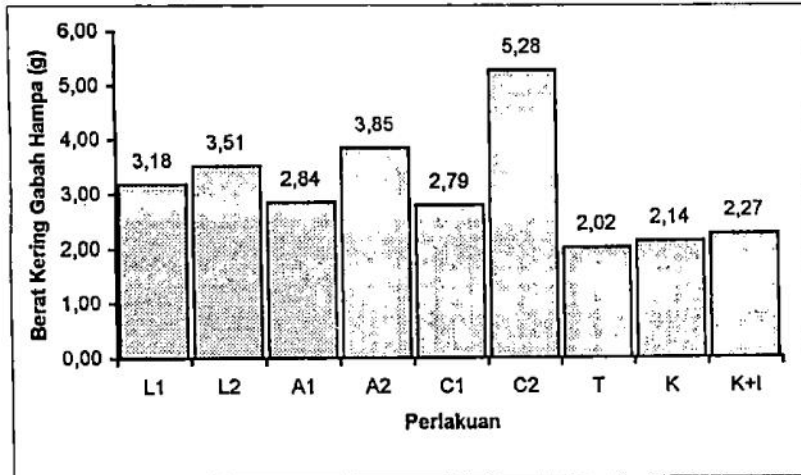
Gambar 24. Berat kering gabah bernas saat panen

Dari Gambar 24 di atas, disebutkan bahwa inokulasi dengan isolat A1-19 dan disiram selang sehari cenderung menghasilkan gabah kering bernas yang

lebih baik dibandingkan dengan isolat lainnya yang kemudian diikuti isolat A-82. Secara umum pula, tampak bahwa tanaman yang diinokulasi menghasilkan gabah kering bernas lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi.

27. Berat kering gabah hampa

Hasil analisis berat kering gabah hampa disajikan dalam Tabel 2 pada lampiran I. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara inokulasi dengan ketiga pembandingnya. Selanjutnya, disebutkan pula bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan inokulasi dengan interval penyiraman dan tidak ada perbedaan yang nyata di antara macam isolat atau pun interval penyiraman.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 +A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

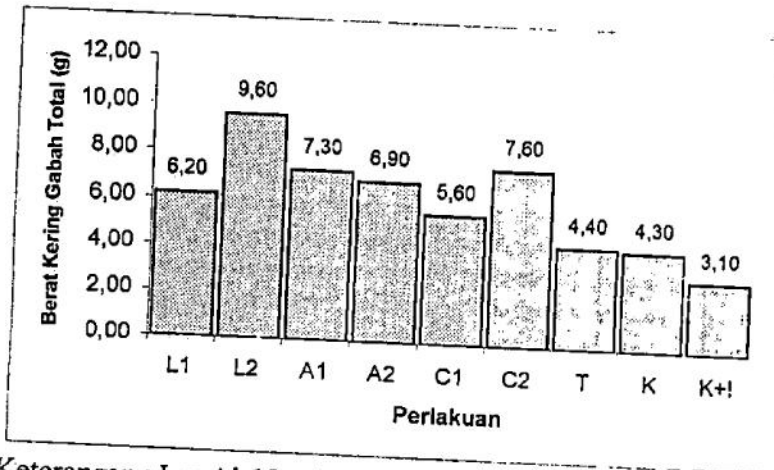
Gambar 25. Berat kering gabah hampa saat panen

Berdasarkan Gambar 25 nampak ada kecenderungan inokulasi dengan isolat campuran menghasilkan gabah kering hampa lebih besar kemudian diikuti oleh isolat A1-19 dan A-82.

Tanaman yang tidak diinokulasi cenderung menghasilkan gabah kering hampa lebih rendah dibandingkan yang diinokulasi. Fenomena di atas, diduga disebabkan bulir hijau (proses pengisian biji belum sempurna tetapi dihentikan) lebih banyak dihasilkan oleh perlakuan inokulasi pada saat panen sehingga saat kering bulir tersebut menjadi hampa.

28. Hasil gabah kering total

Hasil gabah kering total merupakan jumlah dari gabah kering bernas dan gabah kering hampa. Berdasarkan hasil analisis yang tersaji dalam Tabel 2 di lampiran I. tampak bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara perlakuan inokulasi dengan ketiga pembandingnya. Tabel 2 juga menyebutkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata antara inokulasi dengan interval penyiraman, dan tidak ada perbedaan nyata juga di antara perlakuan macam isolat atau interval penyiraman.



Keterangan : L = A1-19 ; A = A-82 ; C = A-82 + A1-19
 T = tanpa inokulasi ; K = ppk kandang-tanpa inokulasi
 K+I = ppk kandang + inokulasi isolat campuran
 1 = siram tiap hari; 2 = siram selang sehari

Gambar 26. Berat kering gabah total saat panen

Kecenderungan nampak pada Gambar 26 bahwa hasil gabah kering total lebih baik pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat A1-19 kemudian diikuti oleh A-82 dan isolat campurannya. Hal ini disebabkan gabah kering bernas yang dihasilkan oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A1-19 juga lebih baik dibandingkan dengan isolat lainnya. Rendahnya hasil atau tidak terjadinya perbedaan yang signifikan sebagaimana fakta di atas diduga disebabkan pada saat panen kondisi bulir padi gabah (gabah) masih banyak yang hijau karena proses pengisian biji belum sempurna, di samping pada saat awal pembentukan bulir dan pengisian biji hujan sudah mulai turun. Penyebab lain yaitu banyak hama burung yang sulit dihalau sehingga gabah banyak yang hilang.

penghasilan energi dan sebagian lagi ditimbun sebagai biomasa tanaman. Hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah dan luas daun tanaman yang diinokulasi lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi, dengan demikian proses fisiologisnya juga lebih baik. Pada akhirnya, biomasa (signifikan) dan hasil tanaman dari tanaman yang diinokulasi lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulasi, walaupun tidak signifikan pada komponen hasilnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan di depan dapat diambil kesimpulan bahwa secara umum pertumbuhan padi varietas Cirata di tanah pasir pantai pada kondisi cekaman kekeringan mampu ditingkatkan oleh inokulasi rhizobakteri terutama jumlah daun, luas daun dan berat kering tanaman, namun untuk hasil tanamannya belum mampu ditingkatkan. Ada kecenderungan tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82 dan isolat campuran (A-82 + A1-19) memberikan hasil tanaman (biji) lebih baik daripada tanpa inokulasi.

Inokulasi dengan rhizobakteri osmotoleran lebih memperpanjang umur padi varietas Cirata, namun lebih pendek umur berbunganya dibandingkan dengan padi yang tidak diinokulasi.

Tanaman padi varietas Cirata yang ditumbuhkan di tanah pasir pantai pada kondisi cekaman lengas 40 % relatif terhambat pertumbuhannya dibandingkan dengan yang tumbuh pada lengas 80 % pada lingkungan terbatas (pot). Meskipun demikian pertumbuhan padi dalam kondisi lapangan relatif sama antara yang disiram tiap hari dengan yang disiram selang sehari.

Pada percobaan pot, inokulasi rhizobakteri pada tanaman padi varietas Cirata mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan, walaupun tidak signifikan. Pada tanah steril lengas 80 %, kecenderungan terbaik ditunjukkan oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82, sedangkan pada tanah non steril baik lengas 80 % maupun 40 % kecenderungan lebih baik dicapai oleh isolat campuran A-82 + A1-19.

Inokulasi rhizobakteri osmotoleran tanpa disertai dengan pemberian pupuk kandang pada tanaman padi varietas Cirata di lahan pantai (di lapangan) secara signifikan mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman, dan sama dengan tanaman padi yang diberi pupuk kandang tanpa inokulasi. Meskipun inokulasi rhizobakteri belum mampu secara signifikan mempengaruhi hasil tanaman, tetapi ada kecenderungan memberikan hasil biji lebih baik dibandingkan tanpa inokulasi. Secara umum, kecenderungan lebih baik dicapai oleh tanaman yang diinokulasi dengan isolat A-82.

B. Saran

Bertitik tolak dari kesimpulan di atas perlu dipertimbangkan adanya penelitian lanjutan untuk memperjelas dan/atau melengkapi hasil percobaan ini. Adapun topik penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut yaitu :

1. Kemampuan rhizobakteri dalam mempengaruhi umur berbunga dan pemanjangan siklus hidup tanaman;
2. Macam dan dosis pupuk organik sebagai sumber makanan bagi rhizobakteri yang diinokulasikan;
3. Kemampuan hidup rhizobakteri pada kondisi tidak terkendali di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999. *Statistik Produksi Tanaman Pangan tahun 1999*. Deptan. <http://www.deptan.go.id/statistik/provpadi.htm>.
- Arshad, M. & W.T. Frankerberger, Jr. 1993. Microbial Production of Plant Growth Regulators. in Metting, FB, Jr. (Ed.). *Soil Microbial Ecology Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc. New York. 646p.
- Bidwell, R.G.S. 1979. *Plant Physiology*. Macmillan Publ. New York. 726 p.
- Bohnert, H.J., D.E. Nelson & R.G. Jensen. 1995. *Adaptations to Environmental Stresses*. *Plant and Cell* (7) : 1099 – 1111.
- Bolton, H., J.K. Fredrickson & L. Felliot. 1993. *Microbial Ecology of the Rhizosphere*.
- Botsford, J.L. & T.A. Lewis. 1990. *Osmoregulation in Rhizobium meliloti : Production of Glutamic Acid in Response to Osmotic Stress*. *Applied & Environmental Microbiology* : 488 – 494.
- Caoili, A.A., W.P. David, V.A. Sahagun and M.R. De Vera. 1967. *Irrigation & Drainage. Principles & Practices*. Dept. of Agricultural Engineering, Laguna. 140 p.
- Chapman, S.C. & K.S. Fischer, 1988. *Osmotic adjustment in Shorgum bicolor (L.Moench) ground under moisture stress on soil and osmotically modified solution cultures*. *Plant & Soil* 107 : 57 – 62.
- Csonka, L.N. 1989. *Physiology and Genetic Responses of Bacteria to Osmotic Stress*. *Microbiological Reviews*. Maret 1989 : 1211 – 147.
- Dart, P.J. 1986. *Nitrogen Fixation Associated with non Legumes in Agriculture*. *Plant and Soil* 90 : 303 – 334.
- Kramer, P.J. 1983. *Water Relations of Plant*. Academic Press. Sydney. 489 p.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol, II. Academic Press. London. 607 p.
- Lutts, S., J.M. Kinet & J. Bouharmont. 1996. *Effects of Salt Stress on Growth, Mineral Nutrition & Prolin Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Rice (Oryza sativa L.) cultivar differing in Salinity Resistance*. *Plant Growth Regulation* 19 : 207 – 218.

- Madigan, M.T., J.M. Martinko and J. Parker. 1997. *Biology of Microorganisms*. 8th. Prentice-Hall Int. UK London. 811 p.
- Miller, K.J. and J.M. Wood. 1996. *Osmoadaptation by Rhizosphere Bacteria*. Annual Review Microbiol. : 101 – 136.
- Murty, M.G. & J.K. Ladha. 1988. *Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions*. Plant & Soil 108 : 281 – 285.
- Ngadiman, 1997. *Kemampuan metabolisme Betain oleh Rhizobakteri Osmotoleran : Kajian Fisiologi dan Molekuler*. Tesis, Pascasarjana UGM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Pandey, S.N. & B.K. Sinha. 1972. *Plant Physiology*. Vikas Publ. New Delhi. 560 p.
- Pessaraki, M. (ed).1995. *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Marcel Dekker. New York. 1004 p.
- Schildwacht, P.M. 1988. *Changes in the osmotic potential of the root as a factor in the decrease in the root-shoot ratio of Zea mays plant under water stress*. Plant and Soil 111 : 271 – 275.
- Suratin, A. 1999. *Pertumbuhan Padi Gogo pada Tanah Regosol yang Diinokulasi dengan Rhizobakteri Penghasil Betain Isolat Al-19 pada Kondisi Cekaman Kekeringan*. Skripsi FP UGM.
- Susilowati, L.E. 1997. *Asosiasi antara Rhizobakteri dengan Tanaman Padi Gogo di Tanah Regosol pada Berbagai Aras Lengah Tanah*. Tesis PPS UGM.
- Tien, T.M., M.H. Gaskins & D.H. Hubbell. 1979. *Plant Growth Substances produced by Azospirillum brasilense and their effect on the growth of pearl millet (Pennisetum americanum L.)*. Applied & Environmental Microbiology 37 : 1016 – 1024.
- Yancey, P.H., M.E. Clark, S.C. Hand, R.D. Bowlus & G.N. Somero. 1982. *Living with Water Stress : Evolution of Osmolyte System*. Science (217) : 1214 – 1222.
- Yoo, I.D., T. Fuji, Y. Sano, K. Komagata, T. Yoneyama, S. Iyama & Y. Hirota. 1986. *Dinitrogen Fixation of Rice-Klebsiella Associations*. Crop Science (26) : 297 – 301.
- Jutono, Joedoro S., Sri Hartadi, S. Kabirun, Suhadi dan Soesanto. 1973. *Pedoman Praktikan Mikrobiologi Umum untuk Perguruan Tinggi*. Departemen Mikrobiologi, Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran I

Tabel 1. Hasil analisis percobaan pot

PERLAKUAN	PARAMETER									
	BKT(g)		BKA(g)		Jml Malai		BKGB(g)		BKGH(g)	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
A-82	32,8a	10,4a	13,1a	5,42a	14,2a	5,50a	12,2a	3,40a	2,10a	1,48a
Al-19	27,9a	11,4a	7,70a	3,30a	14,0a	5,67a	12,6a	4,64a	2,29a	1,53a
A-82+Al-19	29,1a	16,9a	8,90a	5,80a	13,3a	7,17a	10,5a	7,34a	2,65a	1,18a
Tanpa Inokul.	27,5a	14,6a	9,10a	4,98a	12,2a	6,50a	9,98a	4,30a	1,97a	0,75a
80 %KL	37,6p	15,9p	13,0p	5,98p	19,1p	7,75p	18,4p	7,31p	3,04p	1,54p
40 %KL	21,1q	10,8q	6,50q	3,42q	7,75q	4,50q	4,28q	2,38q	1,46q	0,82p
A-82, 80 %	39,6	10,9	19,0	5,83	19,0	7,33	18,6	4,53	2,55	1,97
A-82, 40 %	26,1	8,80	7,70	4,18	9,33	0,00	5,78	0,00	1,65	0,00
Al-19, 80 %	38,6	15,2	10,5	4,36	18,7	7,33	21,6	7,72	3,42	1,90
Al-19, 40 %	17,4	7,60	4,90	2,18	9,33	4,00	3,71	1,56	1,16	1,16
Camp, 80 %	36,9	20,4	11,0	7,36	21,3	8,33	16,9	11,4	3,42	1,47
Camp, 40 %	21,3	13,4	6,80	4,23	5,33	6,00	4,31	3,33	1,87	0,89
Tanpa, 80 %	35,4	17,1	11,5	6,37	17,3	8,00	16,7	5,59	2,76	0,81
Tanpa, 40 %	19,6	12,2	6,60	3,59	7,00	5,00	3,30	3,01	1,17	0,68

Tabel 2. Hasil analisis percobaan lapangan

PERLAKUAN	PARAMETER										
	TT	JD	LD	JAN	PA	JA	BKA	BKT	BKGB	BKGH	BKGT
Al-19	52,1a	50,8a	16,9a	13,2a	16,6a	160,4a	6,72a	10,09a	4,56a	3,35a	7,91a
A-82	49,8a	64,7a	20,3a	17,3a	19,0a	183,5a	5,98a	11,71a	3,74a	3,34a	7,08a
A-82+Al-19(C)	47,5a	59,8a	19,3a	16,5a	15,3a	168,9a	6,29a	10,71a	2,56a	4,06a	6,60a
Penyiraman											
Tiap hari (T)	50,1p	57,6p	18,8p	15,6p	17,7p	177,8p	5,76p	10,63p	3,42p	2,94p	6,35p
Selang sehari(S)	49,5p	59,3p	18,8p	15,8p	16,2p	164,1p	6,90p	11,05p	3,83p	4,21p	8,39p
Kombinasi											
Al-19-T	53,2	53,3	18,0	13,0	16,2	170,7	7,13	10,15	3,02	3,18	6,20
Al-19-S	51,0	48,8	15,7	13,3	17,0	150,2	6,31	10,04	6,11	3,51	9,62
A-82-T	49,8	62,0	18,7	18,0	21,3	188,3	4,70	10,69	4,42	2,84	7,27
A-82-S	49,8	67,3	21,8	16,7	16,7	178,7	7,25	12,74	3,06	3,85	6,90
C-T	47,3	57,3	19,7	15,7	15,6	174,5	5,44	11,05	2,81	2,79	5,60
C-S	47,7	62,2	19,0	17,3	15,0	163,3	7,13	10,37	2,31	5,28	7,60
Pembanding											
Tanpa Inokulasi	47,8	40,3b	10,8b	9,80a	14,4a	158,3a	2,78a	4,90b	2,43	2,02	4,44
Pk Kandang-In.	51,3	49,0a	12,4a	14,5a	14,5a	173,0a	5,07a	8,85a	2,12	2,14	4,26
Pk Kandang+In.	48,4	54,0a	15,4a	15,3a	18,2a	172,5a	6,24a	9,01a	0,86	2,27	3,13

Keterangan : TT= tinggi tanaman; JD= jumlah daun; LD= luas daun; JAN= jumlah anakan; PA= panjang akar; JA= jumlah akar; BKA= berat kering akar; BKT= berat kering tajuk; BKGB= berat kering gabah bernas; BKGH= berat kering gabah hampa; BKGT= berat kering gabah total. T= siram tiap hari; S= siram selang sehari

Lampiran II
Pertumbuhan Padi Umur Satu Bulan dan Saat Vegetatif Maksimum

I. Umur satu bulan

Perlakuan	TT		JD		JA		PA		BKA		BKT	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
A8	58	40,5	26,5	13	4	2	18	12	0,4	0,6	1,97	0,7
A4	46,5	52	18	12	2,5	2,5	12,6	17,5	0,4	0,49	1,3	0,96
L8	60,1	61,3	44,5	23,5	5,5	2	19	16,5	1,04	0,7	3,1	1,67
L4	48,95	50,25	27,5	6,5	4	3	15	12,25	0,26	0,87	0,85	1,3
C8	56,75	58,3	18,5	16,5	4	2,5	15,15	13,5	0,35	0,7	1,91	2,3
C4	53,9	40	18	10	4	2	16	12,75	0,3	0,2	1,3	0,9
T8	56,4	52	23,5	12,5	4,5	2,5	18,75	12	0,5	0,9	1,6	1,09
T4	38	37,1	10,5	10	3,5	1,15	12,5	22	0,08	0,42	0,5	0,76

II. Pertumbuhan Padi saat Vegetatif Maksimum

Perlakuan	TT		JD		JA		PA		BKA		BKT		LD	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
A8	69,0	52,5	50,5	23,5	11,0	4,50	30,5	18,0	5,20	5,24	8,50	6,40	43,7	47,9
A4	73,5	69,8	39,0	15,0	9,00	3,00	26,0	17,5	4,95	5,30	8,30	10,1	38,5	20,0
L8	77,5	72,0	46,0	33,5	12,0	4,50	31,0	24,0	7,94	3,80	14,2	11,2	73,2	62,2
L4	74,0	64,2	48,0	22,5	11,0	4,00	28,5	23,5	10,9	1,69	12,2	4,47	49,2	19,7
C8	73,5	69,0	49,0	49,5	11,0	6,50	29,5	22,7	5,50	4,73	16,3	9,42	76,1	39,6
C4	68,0	64,5	35,5	17,0	8,00	2,50	25,0	11,2	6,90	1,83	13,0	6,00	62,1	22,0
T8	72,5	73,5	54,0	42,5	14,5	4,50	33,5	27,7	9,30	5,10	17,3	12,5	76,2	57,6
T4	70,5	62,5	47,5	37,0	10,5	6,50	32,0	23,5	5,80	1,70	10,4	6,70	67,3	83,1

Lampiran III

Tabel 1. Pengujian Morfologi Koloni

Morfologi Koloni	Isolat	
	A-82	Al-19
Bentuk Koloni	circulair	Circular
Elevasi	Effuse-low convex	Low convex
Tepi koloni	Fimbriate	Entire
Struktur dalam	Wavy-enterlaced	Finely granular
Warna koloni Medium LB Medium M63	Putih keruh Agak kecoklatan	Putih keruh Agak kecoklatan
Pembentukan pigmen	-	-

Tabel 2. Pengujian Biokimia

Sifat Biokimia	Isolat	
	A-82	Al-19
Hidrolisis Urea	-	-
Uji Katalase	+++	+++
Reduksi Nitrat	-	+
Pembentukan Indol	-	-

Tabel 3. Sifat Lain

Sifat	Isolat	
	A-82	Al-19
Sifat Gram	Negatif	Negatif
Acid Fast	Non acid fast	Non acid fast
Motilitas	Motil	Motil

Tabel 4. Resistensi terhadap Antibiotik dan Temperatur

Resistensi	Isolat			
	A-82		A1-19	
	1	2	1	2
Ampicilin				
80 ug/ml	+++	+++	+++	+++
90 ug/ml	+++	+++	+++	+++
100 ug/ml	+++	+++	+++	+++
110 ug/ml	+++	+++	+++	+++
125 ug/ml	-	-	+++	+++
150 ug/ml	-	-	+++	+++
Chloramphenico l				
10 ug/ml	+++	+++	+++	+++
15 ug/ml	+++	+++	+++	+++
20 ug/ml	+++	+++	+++	+++
25 ug/ml	+++	+++	+++	+++
30 ug/ml	-	-	++	++
50 ug/ml	-	-	++	++
Temperatur				
42 °C	+++	+++	-	-
45 °C	+++	+++	-	-
47 °C	+++	+++	-	-
50 °C	-	-	-	-

Lampiran IV

KOMPOSISI PUPUK BASAL

Bahan Kimia	g/pot (d=20 cm)	ml/pot	g/l
NH_4NO_3	2,13	25	53,25
NaH_2PO_4	1,42	25	35,5
KCl	0,71	25	17,75
$\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,065	25	26,625
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,3976	25	9,94
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1065	10	1,065
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,071	10	0,71
FeSO_4	0,1065	10	1,065
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,1065	10	1,065
H_3BO_3	0,0185	10	0,185
CoCl_3	0,006	10	0,06
MoO_3	0,003	10	0,03