



Bapa,
Hatiku tenang bila kutoleh kebelakang ada 2 jejak langkah
Hatiku sedih dan gelisah bila jejak itu tinggal satu
Hatiku bersuka cita setelah kusadari sepasang jejak itu
adalah jejak kaki-Mu.....

Ada yang dengan tulus berdoa untukku, mencoba meyakinkan-
ku bila jejak itu tinggal sepasang berarti Engkau se-
dang menggendongku

Bapa, aku percaya semua itu dan kurasakan *damainya* dalam
pelukan-Mu.....

Terima kasih Bunda atas Doa
Novena yang kau ajarkan....

Kupersembahkan untuk Mamak dan
Abang tercinta.....

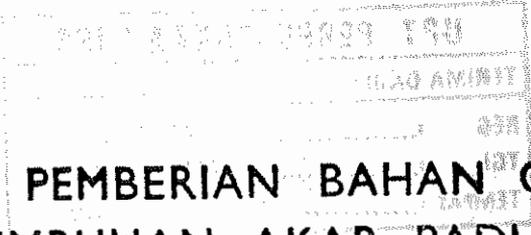
ATNIT
1994
0388

IPB University

Halaman ini adalah bagian dari koleksi digital IPB University dan merupakan sumber informasi yang dapat digunakan untuk keperluan akademik, penelitian, dan pengembangan. Penggunaan yang diperbolehkan adalah untuk keperluan pribadi dan non-komersial. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University.

Halaman ini adalah bagian dari koleksi digital IPB University

IPB University



PENGARUH DOSIS PEMBERIAN BAHAN ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN AKAR PADI SAWAH IR-36 (*Oriza sativa* L.)



Oleh
FRANSISCUS GINTING
A 24 0174



JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
1994

Halaman ini adalah bagian dari koleksi digital IPB University

Fransiscus Ginting, A 24.0174. Pengaruh Dosis Pemberian Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Akar Padi Sawah IR-36 (*riza sativa* L.) dibawah bimbingan Ir. F. M. Leiwakabessy dan Ir Budi Nugroho.

RINGKASAN

Bahan organik sejak lama diketahui berperan mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Peran bahan organik dapat melalui perbaikan sifat fisik tanah maupun sumbangannya langsung dalam menyediakan hara dari hasil dekomposisi.

Sistem akar jarang menjadi objek penelitian. Baik tentang morfologi, sebaran, dan kemungkinan akar meningkatkan produksi (Yamazki dan Harada, 1982). Hampir semua penelitian tanaman padi difokuskan pada bagian atas tanaman. Sedikit sekali ditemui penelitian tentang hubungan bahan organik dengan kualitas akar.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan akar padi sawah IR-36 di rumah kaca.

Dari hasil percobaan didapat struktur akar padi kasar dan halus. Akar halus terdapat pada kedalaman 0 - 5 cm, berwarna putih, densitas akar tinggi, dan berbulu halus. Akar kasar terdapat pada kedalaman 5 - 50 cm, berwarna coklat kemerahan, densitas akar rendah, berdiameter lebih besar dari akar halus, dan tidak mengandung bulu akar.

Bahan organik ternyata meningkatkan kualitas akar. Bobot kering akar dan volume akar terbaik adalah 21,63 g (120 ton/ha) dan 121 ml (80 ton/ha). Nilai terjelek didapat pada perlakuan 0 ton/ha sebesar 10.79 g dan 81 ml.

Bahan organik juga mreningkatkan kualitas bagian atas tanaman. Serapan hara terbaik pada perlakuan 80 ton/ha. Berturut nilai serapan terbaik N, P, K, Ca, dan Mg adalah 1.09, 0.26, 1.86, 0.25, dan 0.25 g. Sedangkan nilai

terjelek didapat pada perlakuan 0 ton/ha dengan nilai serapan P, K, Ca, dan Mg adalah 0.07, 1.04, 0.14, dan 0.07 g. Jumlah anakan ,produksi gabah, dan bobot kering tanaman terbaik didapat sebesar, 43,40 anakan (80 ton/ha), 115.80 g(80 ton/ha), dan 107.95 g (120 ton/ha). Sedangkan nilai terjelek didapat pada perlakuan 0 ton/ha dengan nilai sebesar 34.40 anakan, 23.13 g, dan 62.97 g.

Uji statistik 5% Wilayah Berganda Duncan menunjukkan bahwa bobot kering akar, volume akar, jumlah anakan, dan bobot kering bagian atas tanaman berbeda nyata antara tanpa perlakuan dan dengan perlakuan. Sedangkan antar perlakuan tidak berbeda nyata kecuali untuk jumlah anakan berbeda nyata antara perlakuan 40 ton/ha dengan perlakuan 80 dan 120 ton/ha.

Parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas akar sangat kurang memadai. Disarankan untuk menembah parameter lain dalam penelitian lebih lanjut seperti KTK akar, keaktifan akar ditinjau dari warna dan kandungan bulu akar, dan densitas akar pada beberapa tingkatan umur.





**PENGARUH DOSIS PEMBERIAN BAHAN ORGANIK
TERHADAP PERTUMBUHAN AKAR PADI SAWAH
IR-36 (*Oriza sativa* L.)**

Oleh
Fransiscus Ginting
A 24 0174

Laporan Karya Ilmiah Sebagai
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian
pada
Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1994



Judul : PENGARUH DOSIS PEMBERIAN BAHAN ORGANIK
TERHADAP PERTUMBUHAN AKAR PADI SAWAH
IR-36 (*Oriza sativa* L.)

Nama Mahasiswa : FRANSISCUS GINTING

Nomor Pokok : A 24 0174

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. F. M. Leiwakabessy

NIP : 130 442 179

Dosen Pembimbing II

Ir. Budi Nugroho

NIP : 131 667 785

Mengetahui

Ketua Jurusan Tanah



Prof. Dr. Ir. Oetit Koswara

NIP : 130 429 228

Tanggal Lulus : 27 AUG 1994



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 24 Januari 1969 di Medan dengan nama Fransiscus Ginting. Penulis dilahirkan oleh ayah Lala Yosef Ginting dan ibu Lusiana Sitiaman Manihuruk.

Tahun 1981 penulis menyelesaikan sekolah dasar di SD St. Antonius I Medan. Tahun 1984 menyelesaikan sekolah lanjutan pertama di SMP Putri Cahaya Medan. Tahun 1987 menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri I Medan.

Pada tahun 1987 penulis diterima di IPB melalui jalur PMDK dan pada tahun 1988 diterima pada Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan karena rahmat-Nya skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini tersusun berkat budi baik sdr. Doni M. yang meluangkan waktunya untuk membantu pengolahan data lewat komputer.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu dan Abang yang terus mendampingi dan membimbingku hingga saat ini.
2. Bapak Ir. F. M. Leiwakabessy dan Ir. Budi Nugroho selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penyelesaian materi, pengembangan bidang intelektual, dan membangun kepercayaan diri.
3. Bapak Rohim yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan percobaan di rumah kaca.
4. Sdr. Hedi dan Eko P. atas dukungan moril dan materil.
5. Seluruh rekan yang aktif di Marga Putra atas perhatian dan rasa kekeluargaan yang telah diberikan.

Sebagai sebuah karya manusia, skripsi ini tidak luput dari kesalahan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya , dapat mengembangkan dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan.

Bogor, September 1994

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
PENDAHULUAN.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	
Bahan Organik Tanah.....	3
Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat Tanah...	4
Akar Padi dan Keadaan Rhizosphere	
Akar Padi.....	5
Keadaan Rhizosphere.....	11
Transportasi Hara Menuju Akar.....	12
BAHAN DAN METODE.....	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Struktur Akar.....	18
Pengaruh Bahan Organik Terhadap Kualitas Akar dan Kualitas Tanaman	
Kualitas Akar.....	25
Kualitas Bagian Atas Tanaman.....	29
Uji Statistik.....	32
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan.....	33
Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

Hal. Cetak: Penerbitan: Universitas Indonesia
 1. Diambil dari: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 2. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 3. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 4. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 5. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 6. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 7. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 8. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 9. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10
 10. Pengantar: Jurnal Ilmiah, Volume 10, No. 1, 2012, hal. 1-10



DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1	Zone Pertumbuhan Akar (Wilson, 1958).....	8
2	Diagram Struktur Akar Padi Sawah IR-36 Dengan Perlakuan Kotoran Sapi 80 atau 120 ton/ha Pada Saat Umur Tanaman 101 Hari.....	20
3	Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 0 ton/ha (a) dan 40 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (90% Pembongkaran).....	21
4	Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 80 ton/ha (a) dan 120 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (90% Pembongkaran).....	22
5	Tampilan Visual Akar Dengan Keempat Perla kuan Dari Kiri ke Kanan 0, 40, 80, dan 120 ton/ha Pada Umur 101 Hari (90% Pembongkaran).....	23
6	Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 0 ton/ha (a) dan 120 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (50% Pembongkaran).....	24
 <u>Lampiran</u> 		
1	Pola Hubungan Volume Akar (ml) Dengan Bobot Kering Bagian Atas Tanaman (a) dan Jumlah Anakan (b) Umur 101 Hari.....	45
2	Pola Hubungan Volume Akar dengan Serapan Hara (g) N (a), P (b), K (c), Ca (d), dan Mg (e) Umur 101 Hari.....	46

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1	Hubungan Dosis Kotoran Sapi Dengan Densitas Akar Halus dan Kekuatannya Mengikat Zarah Tanah.....	25
2	Pengaruh Dosis Kotoran Sapi Terhadap Rataan Bobot Kering Akar, Volume Akar, Serapan Unsur, Bobot Kering Bagian Atas Tanaman, Jumlah Anakan (Umur 101 Hari), Produksi Gabah Kering (Umur 120 Hari) dan Rasio BK Akar Terhadap BK Tanaman.....	26
3	Hasil Regresi Volume Akar (ml) Dengan Jumlah Anakan, Bobot Kering Tanaman, dan Serapan Hara (g).....	30
4	Hasil Uji Statistik 5% Wilayah Berganda Duncan Antara Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap BK Akar, Volume Akar, Jumlah Anakan, dan BK Bagian Atas Tanaman Umur 101 Hari...	32

Lampiran

1	Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Latosol Darmaga.....	37
2	Deskripsi Varietas Padi IR-36.....	38
3	Hasil Pengukuran Jumlah Anakan Umur II sampai XII MST.....	39
4	Kandungan Unsur Pada Jaringan Atas Tanaman Umur 101 Hari.....	40
5	Hasil Pengukuran BK Akar Pada Saat Tanaman Umur 101 Hari (oven t=60°C).....	41
6	Hasil Penetapan Volume Akar Umur 101 Hari Dengan Metode Volumetri.....	41
7	Hasil Pengukuran Bobot Kering Bagian Atas Tanaman Umur 101 Hari.....	42
8	Hasil Pengukuran Produksi Gabah Kering (oven t=60°C) Umur 120 Hari.....	42



PENDAHULUAN

Peningkatan produksi pertanian merupakan tujuan utama dari usaha pertanian untuk mencukupi kebutuhan pangan bagi penduduk yang jumlahnya semakin besar setiap tahun.

Peningkatan produksi pangan dapat dicapai melalui dua cara. Pertama adalah dengan menambah luas areal pertanaman dan kedua adalah dengan meningkatkan hasil tiap satuan areal tanah yang digunakan dengan memakai teknologi tepat guna dan memberikan input masukan seperti perbaikan teknik budidaya, pemberian pupuk baik organik maupun anorganik, dan penanggulangan hama dan penyakit yang intensif dan terpadu.

Sejak diperkenalkannya pupuk anorganik sebagai sumber hara bagi tanaman, petani cenderung untuk lebih menggunakannya daripada pupuk organik. Hal ini disebabkan pupuk anorganik lebih mudah didapat, kandungan haranya lebih tinggi, dan lebih gampang penggunaannya.

Tisdale, S., W. Nelson, dan J. D. Beaton (1985) menyatakan bahwa faktor tumbuh dapat dikelompokkan menjadi dua pengaruh besar yaitu genetik dan lingkungan. Semakin baik genetik suatu varietas maka semakin besar kebutuhan haranya. Lebih lanjut dikatakan bahwa terdapat interaksi antara genetik dan lingkungan. Potensi genetik akan menunjukkan dampak yang optimum jika faktor lingkungannya mendukung. Salah satu cara memperbaiki lingkungan tumbuh

tanaman melalui penyiapan media tumbuh dan berkembang yang optimum bagi akar tanaman adalah penambahan bahan organik.

Bahan organik sejak lama sudah diketahui peran pentingnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Sedikit sekali ditemui penelitian tentang hubungan bahan organik dengan kualitas akar. Hampir semua penelitian tanaman padi difokuskan pada bagian atas tanaman seperti daun, batang, dan bulir. Sistem akar jarang menjadi objek penelitian baik tentang morfologi, sebaran, dan kemungkinan akar meningkatkan produksi (Yamazaki dan Harada, 1982).

Kononova (1967) menyatakan bahwa bahan organik tanah berperan dalam proses penghancuran dan perubahan bagian-bagian mineral, menyediakan unsur hara bagi tanaman, dan berpengaruh langsung pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kondisi tertentu.

Berdasarkan hal-hal diatas, maka dilakukanlah percobaan ini yang bertujuan melihat pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan akar padi sawah.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan Organik Tanah

Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan sistem kompleks dan dinamis. Bahan organik berasal dari sisa tanaman dan hewan, dan terus menerus mengalami dekomposisi (Kononova, 1967). Lebih lanjut dikatakan bahwa bahan organik terdiri dari karbohidrat, selulosa, protein, lignin, lemak, hormon, dan asam-asam organik (asam humik, asam fulfik, dan alkohol serta aldehida).

Dalam suasana anaerobik bahan organik dapat menghasilkan produk fermentasi CH_4 , asam organik, amina, merkaptan, aldehida, dan keton (Stevenson, 1982). Selain itu dekomposisi bahan organik juga mengubah sisa tanaman menjadi karotenoid, sterol, porphyrin, dan lignin sederhana. Proses ini dapat juga menghasilkan zat-zat karsinogenik seperti metil merkuri, dimetil arsenik, dimetil selenium, dan nitro amine.

Buckman dan Brady (1964) membagi bahan organik berdasarkan kecepatan pelapukan menjadi : a. gula, pati, dan protein sederhana, b. protein kasar, c. hemiselulosa, d. selulosa, e. lignin, lemak, dan lain-lain dengan kecepatan dekomposisi yang semakin lambat dari a menuju e.

Pupuk kandang merupakan sumber kedua bahan organik tanah dan cukup mengandung unsur, N, P, K, Ca, Mg, S, dan sejumlah kecil unsur mikro, Mn, Zn, dan B.

Komposisi kimia dari pupuk kandang tergantung dari jenis ternak, umur, keadaan dan sifat individu ternak, komposisi nutrisi ternak, dan amparan yang digunakan.

Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat-sifat Tanah

Bahan organik mempunyai peranan penting bagi tanah dalam hal; membuat warna tanah menjadi coklat sampai hitam, mempengaruhi sifat fisik tanah untuk mendorong pembentukan granulasi, mengurangi plastisitas, kohesi tanah, dan meningkatkan kapasitas menahan air; meningkatkan kapasitas tukar kation tanah sampai 30 kali KTK tanah mineral dan meningkatkan daya absorpsi tanah mineral; dan mempengaruhi ketersediaan hara dengan meningkatkan ketersediaan kation, memegang N, P, dan S, dalam bentuk organik, dan mengikat hara pada mineral oleh asam humus (Buckman dan Brady, 1964).

Greenland dan Dart, 1972 dalam Sanchez (1976) menyatakan manfaat bahan organik adalah untuk mensuplai sebagian besar N, S, dan setengah dari P yang diserap oleh tanaman yang tidak dipupuk; meningkatkan KTK tanah; menurunkan fiksasi P karena terbentuknya kompleks dengan bahan organik sehingga oksida amorf tidak terbentuk; menyokong agregasi tanah, memperbaiki sifat fisik tanah, dan menurunkan erodibilitas tanah berpasir; meningkatkan retensi air terutama tanah berpasir; dan mencegah pencucian unsur mikro karena membentuk kompleks unsur mikro dengan bahan organik.

Kononova (1967) menyatakan bahwa struktur tanah sangat penting dalam menentukan kesuburan tanah. Bahan organik merupakan faktor penting dalam pembentukan struktur tanah yang baik sehingga meningkatkan ketersediaan hara dan air bagi tanaman. Lebih lanjut dikatakan bahwa ketersediaan hara terbaik adalah pada ukuran agregat 1 - 3 mm.

Peranan bahan organik dalam pembentukan struktur yang baik adalah untuk menjaga kekompakan partikel tanah dari tekanan akar dan membentuk humus yang aktif yaitu asam vulvic dan asam humid (Kononova, 1967).

Leiwakabessy, F. M., B. Nugroho, dan Suwarna. (1990) mendapatkan dari hasil penelitian bahwa bahan organik pada tanah sawah ternyata meningkatkan kadar P-Bray 1, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, KTK, dan C-organik tanah. Pengaruh kotoran sapi dan penggenangan ternyata juga meningkatkan pH tanah masam, menurunkan Eh tanah, dan meningkatkan ketersediaan hara.

Akar Padi dan Keadaan Rhizosphere

Akar Padi

Akar mempunyai fungsi utama untuk menyerap air dan ion dari dalam tanah serta menyangga tegaknya tanaman. Fungsi lain dari akar adalah tempat penimbunan energi, pengatur pertumbuhan, dan alat perkembang biakan (Hesse, 1904; Von Guttenberg, 1968; Itoh dan Barber, 1983; dalam Waisel, Y., A. Eshel, dan U. Kafkafi, 1991). Dalam

keadaan tergenang fungsi penyangga tanaman di mungkinkan dengan adanya akar yang tumbuh dari pangkal bawah batang. Akar ini berkembang dekat permukaan tanah (Fitter *dalam* Waisel et al., 1991).

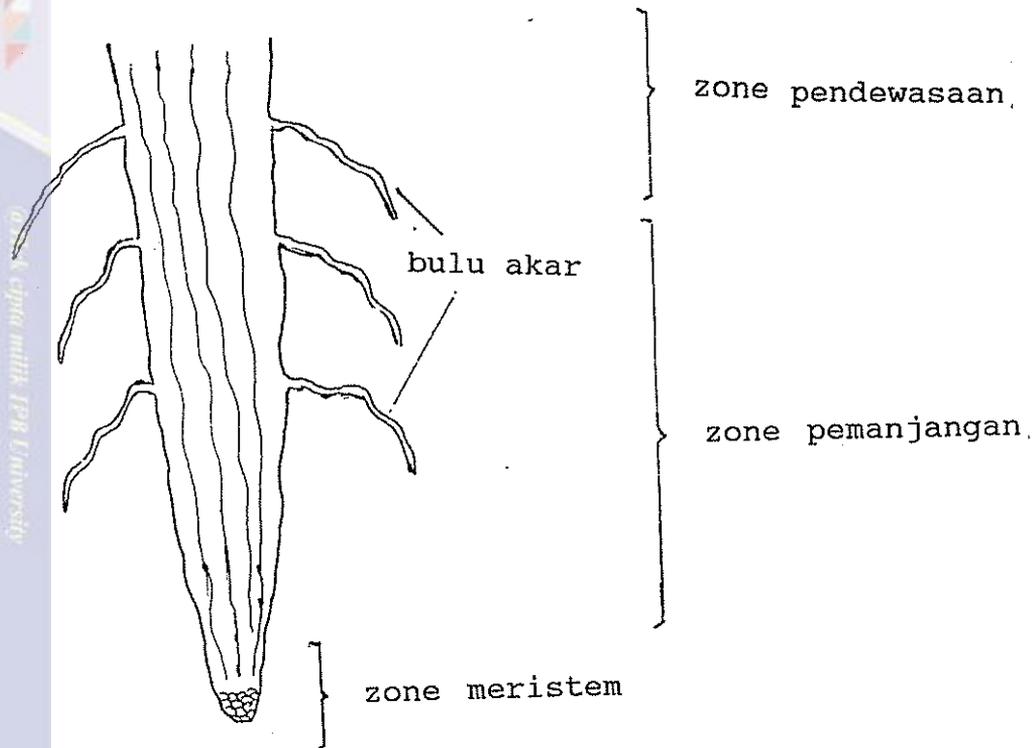
Padi (*Oriza sativa* L.) sebagian besar tumbuh pada tanah sawah walaupun dapat tumbuh pada lahan kering. Tidak seperti umumnya tanaman air yang mempunyai sedikit cabang akar dan tanpa akar rambut, padi memiliki banyak cabang akar dan akar rambut baik ditanam di sawah maupun di ladang (Grist, 1965). Sedangkan Cormack, 1962; *dalam* Waisel et al. (1991) menyatakan bagian yang terpenting dari akar adalah akar rambut. Dijelaskan bahwa akar rambut berbentuk silindris dengan ujung tumpul. Akar rambut merupakan perpanjangan sel epidermis yang arah perkembangannya berubah. Panjangnya bervariasi antara 80 - 1500 μm dengan diameter 5 -10 μm bergantung spesies dan kultivar (Hesse, 1904; Dittmer, 1949; Caradus, 1979; *dalam* Waisel et al., 1991). Sedangkan Bowen dan Rovira, 1969; Reynold, 1975; *dalam* Waisel et al. (1991) menyatakan fungsi akar rambut adalah meningkatkan kapasitas akar menyerap air dan hara dengan semakin luasnya permukaan total akar.

Dittmer *dalam* Wilson dan Loomis (1958) mendeskripsikan akar dalam 4 bagian yaitu; 1. Akar utama, 2. Akar sekunder (cabang dari akar utama), 3. Akar tersier (cabang dari akar sekunder), dan 4. Akar Quarter (cabang dari akar tersier). Sedangkan Wilson dan Loomis (1958)

membagi akar atas beberapa zone pertumbuhan yaitu, zone pendewasaan, zone pemanjangan, dan zone meristem (Gambar 1).

Dalam keadaan normal akar padi berbentuk kompak dan lebih berkembang kearah horizontal daripada vertikal sehingga menyerap hara lebih banyak lewat lapisan olah tanah. Mula-mula akar berkembang lateral pada lapisan olah dan kemudian berangsur-angsur semakin dalam sehingga keseluruhan akar berbentuk oval (Sasaki dalam Grist, 1965). Yamazki dan Harada (1982) juga menyatakan bahwa pada tahap dewasa akar menunjukkan bentukan yang elips secara horizontal. Bentukan ini lebih banyak berkumpul pada lapisan A (permukaan tanah) dan sebagian kecil menembus lapisan bajak untuk seterusnya berkembang ke lapisan subsoil.

Klepper et al., 1984; dalam Waisel et al. (1991) mengadakan penelitian pada gandum dan menyatakan akar terdiri dari 2 sistem yaitu; 1. Akar seminal yang tumbuh dari embrio, dan 2. Akar adventif yang tumbuh dari tempat tumbuh daun. Akar seminal berkembang pada lapisan tanah dalam sedangkan akar adventif berkembang pada lapisan dekat permukaan tanah. Sedangkan pada percobaan di rumah kaca untuk tanaman barley dewasa didapat bahwa akar seminal berbobot kering 40% dari total bobot akar (Peterson et al., 1982; dalam Waisel et al., 1991).



Gambar 1. Zone Pertumbuhan Akar (Wilson, 1958)

Sedangkan Sato dalam Grist (1965) menyatakan bahwa pada tanaman padi umur 2 minggu setelah semai akan tumbuh 2 jenis akar. Yang pertama adalah akar yang mempunyai banyak cabang, panjang, lunak, dan berwarna coklat terang. Yang kedua adalah akar yang berukuran pendek, lebih kecil, tanpa cabang akar, dan berwarna putih seperti lilin. Lebih lanjut dikatakan bahwa akar yang berwarna putih ini akan bertambah jumlahnya setelah 15 hari sampai munculnya bunga. Akar akan berkembang secara bertahap dari awal tanam, mencapai puncaknya pada saat pengisian bulir, dan berangsur-angsur menurun sampai saat panen.

Sedangkan hasil penelitian Hasegawa et al. dalam IRRI

(1983) menyatakan bahwa sistem akar padi mendekati konstan pada umur 30 hari setelah transplanting dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada bobot dan panjang akar umur 42 hari setelah transplanting (masa padi bunting), umur 65 (masa pengisian bulir), dan umur 92 (masa panen).

Pertumbuhan akar terbesar dimulai pada saat pembungaan maksimum. Penyerapan N, P, dan K terbesar juga pada masa ini. Kemudian penyerapan Fe, Mg, dan S sepuluh hari kemudian, dan Mn 20 hari kemudian (Grist, 1965). Sedangkan Sisworo (1980) menyatakan bahwa pertumbuhan maksimum akar pada umur 52 hari sesudah tanam. Pada awalnya pertumbuhan akar (pada kedalaman 0 - 5 cm) meningkat sampai umur 45 hari sesudah tanam dan mulai menurun pada hari ke-52 sampai hari ke-59. Hal ini disebabkan pupuk dasar yang diterima oleh akar 2 kali. Sedangkan akar yang lebih dalam (15 - 20 cm) berkorelasi positif pertumbuhannya dengan bertambahnya umur tanaman.

Volume sebaran akar padi, berat kering, dan jumlah akar primer terbesar jumlahnya pada kedalaman 0 - 30 cm dan berangsur-angsur berkurang sampai kedalaman 100 cm (Row dan Venkateswarlu, 1983). Ditambahkan pula bahwa pada tanah yang bobot isinya tinggi (1.8 g/cc) pertumbuhan akar akan terhambat baik dalam panjang, volume, dan bobot kering sehingga tanaman menjadi kerdil.

Yamazki dan Harada (1982) mendeskripsikan bagian atas tanaman adalah mulai dari pucuk, batang beserta daun yang

melekat padanya, sampai kuncup tunas paling bawah. Mulai dari kuncup tunas paling bawah sampai ujung akar dideskripsikan sebagai unit akar. Hubungan akar dengan bagian atas tanaman dinyatakan sebagai fungsi keseimbangan (Brouwer, 1963, 1983; dalam Waisel et al., 1991). Masing-masing bagian saling mempengaruhi karena saling menyuplai bahan-bahan esensial untuk pertumbuhan akar maupun bagian atas tanaman. Gangguan pada akar berarti gangguan bagi bagian atas tanaman dan hal sama berlaku sebaliknya (Brouwer dan DeWit, 1963; dalam Waisel et al., 1991). Hal yang sama juga dinyatakan oleh Sisworo (1980) bahwa perlu dijaga rasio antara akar dan bagian atas tanaman. Jika salah satu bagian terhambat atau terlalu aktif perkembangannya maka pertumbuhan tanaman akan terganggu.

Pertumbuhan tanaman tidak hanya tergantung pada jumlah hara dalam tanah tetapi juga tergantung dari kapasitas akar dalam menyerap air dan hara tersebut. Hal ini ditentukan oleh penyebaran dan kedalaman akar, densitas akar, rata-rata kecepatan perkembangan akar, luas permukaan akar dan efektifitas kontakannya dengan partikel tanah, dan keaktifan dari bagian-bagian akar.

Yamazaki dan Harada (1982) mendapatkan hubungan antara bobot basah akar dengan produksi gabah di lapang. Diperoleh bahwa produksi dapat mencapai sebesar 7.5 ton/ha untuk bobot basah akar 1700 mg/100cc.

Keadaan Rhizosphere

Keadaan rhizosphere dipengaruhi oleh 3 keadaan (Marshall dan Holmes, 1988) yaitu, ketahanan tanah menahan terobosan akar, keadaan aerasi tanah, dan temperatur tanah. Lebih lanjut dinyatakan bahwa akar akan baik pertumbuhannya jika tidak ada hambatan dari kekuatan tanah. Akar akan memburuk perkembangannya dengan meningkatnya bobot isi tanah. Tetapi O'Toole (1980) menyatakan bahwa untuk menjamin suplai hara yang baik bagi tanaman harus terjamin kontak yang baik antara akar dengan zarah tanah. Semakin kuat akar mengikat zarah tanah akan semakin baik pertumbuhan tanaman. lebih lanjut disebutkan bahwa untuk tanah-tanah tergenang akar tidak kuat mengikat zarah tanah karena hara tersedia dalam bentuk larutan.

Temperatur tanah mempunyai pengaruh besar bagi tanaman dan mikroorganisme tanah. Suhu dimana bahan organik dapat didekomposisi mikro organisme tanah adalah berkisar 5°C sampai 30°C atau 40°C . Sedangkan suhu yang optimum bagi pertumbuhan tanaman adalah 20°C sampai 30°C (Nyhan, 1976; dalam Marshall dan Holmes, 1980). Sedangkan Sano et al. (1981) menyatakan bahwa dalam suhu yang memadai akar berperan penting untuk aktivitas bakteri heterotropik penyumbang N pada padi sawah. Fiksasi N tertinggi terjadi saat pembungaan. Pada permulaan tanam fiksasi N rendah dan kemudian meningkat berangsur-angsur menuju masa pembungaan (90 hari sesudah tanam) untuk kemudian menurun lagi.

Oksigen dibutuhkan akar dalam berespirasi untuk perkembangan akar, kekuatan berekspansi, dan pengambilan hara (Marshall dan Holmes, 1988). Sedangkan Lambers et al. dalam Waisel et al. (1991) menyatakan respirasi akar merupakan proses penting yang menunjang akar melakukan fungsi absorpsi hara. Respirasi akar terdiri dari 2 proses yaitu respirasi untuk pertumbuhan (termasuk penyerapan ion) dan respirasi untuk kelangsungan hidup akar itu sendiri. Energi rata-rata respirasi akar ditentukan oleh umur tanaman. Produksi energi rata-rata respirasi (ATP) semakin berkurang dengan bertambahnya umur tanaman sehingga pertumbuhan akar semakin menurun (Lambers et al. dalam Waisel et al., 1991).

Transportasi Hara Menuju Akar

Larutan tanah dan cairan xylem akar kedua-duanya berprinsip sebagai mineral yang terlarut dalam air. Baik konsentrasi, proporsi ion, dan ikatan organiknya berbeda pada kedua jenis larutan tersebut. Cairan xylem bertindak sangat selektif dalam menyerap hara melalui proses osmotik untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman (Clarkson dalam Waisel et al., 1991).

Winter (1974) menyatakan bahwa gaya yang menahan air dalam tanah dibentuk oleh 2 komponen yaitu gaya matriks dan gaya osmotik. Kedua gaya ini disebut gaya potensial. Gaya matriks diasosiasikan dengan bentuk fisik dari pori tanah dan bagian padatan tanah. Gaya ini cenderung untuk

mendistribusikan air sehingga kelembaban dalam tanah merata. Gaya matriks sangat dipengaruhi oleh presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Sedangkan gaya osmotik ditimbulkan oleh zat yang terlarut di dalam air tanah seperti pupuk. Dengan terlarutnya pupuk maka konsentrasi larutan tanah menjadi tinggi sehingga memungkinkan hara diserap oleh akar.

Supaya ion dapat diserap oleh akar maka harus ada kontak antara ion tersebut dengan permukaan akar (Tisdale et al., 1985). Ada 3 cara pergerakan ion menuju permukaan akar, yaitu; 1. Intersepsi akar, disebabkan perkembangan akar yang mengadakan penetrasi ke dalam tanah sehingga permukaan akar semakin dekat dengan partikel tanah dan larutan tanah. Selanjutnya ion diserap dengan mekanisme pertukaran setelah terjadinya kontak tersebut, 2. Aliran massa, yaitu proses mendekatnya hara dan zat-zat yang terlarut lainnya dalam air menuju akar. Proses ini disebabkan proses transpirasi oleh tanaman. Selain itu proses ini juga diperkuat oleh proses evaporasi dan perkolasi air tanah, 3. Difusi, yaitu pergerakan hara dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Proses ini memungkinkan masuknya hara yang ada dipermukaan akar ke dalam akar. Lebih lanjut disebutkan bahwa melalui proses intersepsi akar hanya menyerap 1 - 3% dari total serapan hara oleh akar. Melalui aliran massa akar terbesar menyerap N, Ca, dan Mg. Sedangkan melalui difusi akar terbesar diserap P, dan K tetapi tidak menyerap N, Ca, dan Mg.



BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Percobaan berlangsung dari September 1992 sampai akhir April 1993.

Bahan Percobaan

Percobaan menggunakan tanah Latosol Merah Coklat yang diambil dari perkebunan karet Darmaga.

Sumber bahan organik adalah kotoran sapi yang diambil dari Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Padi varietas IR-36 berasal dari Kebun Percobaan Muara.

Bahan lain adalah ember, paranet, kawat, penggaris, dan sejumlah bahan kimia untuk analisis jaringan tanaman di laboratorium.

Pendekatan Statistika

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Bahan organik yang diberikan meliputi 4 taraf yaitu 0, 40, 80, dan 120 ton/ha. Setiap perlakuan mempunyai 5 ulangan. Tiga ulangan untuk pengukuran parameter dan 2 ulangan untuk pengukuran produksi. Jumlah keseluruhan percobaan adalah 20 satuan percobaan.

Model Acak Lengkap faktorial percobaan ini sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

dimana : Y_{ij} = Pengamatan individu
 μ = Nilai tengah total
 σ_i = Nilai tengah perlakuan
 ϵ = Error perlakuan
 i = jumlah perlakuan 1, 2, 3, 4
 j = jumlah ulangan 1, 2, 3, 4, 5.

Pelaksanaan Percobaan

Contoh tanah seberat 6 kuintal diambil dari lapang, dikering udarakan, ditumbuk dan disaring dengan saringan 5 mm. Kotoran sapi juga dikering udarakan sampai tidak berbau. Masing-masing tanah dan kotoran sapi diambil sebagian secara komposit untuk dilakukan analisis pendahuluan dilaboratorium.

Tanah seberat 8 kg BKM dimasukkan ke dalam ember kemudian dicampur merata dengan kotoran sapi sebesar 0, 197, 394, dan 591 g pada kadar air 23.15%.

Tanah digenangi air sampai setinggi 5 cm dan diinkubasikan selama 1 bulan. Pengadukan dilakukan setiap seminggu sekali. Sementara itu benih disemai 2 minggu sebelum masa inkubasi penggenangan selesai. Penyemaian dilakukan di ember kecil ditutup kain kasa dan diisi air. Transplanting dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hari. Seminggu sebelum transplanting jaring dipasang pada kedalaman 5 cm dari permukaan tanah.

Sehari sebelum transplanting semua pot inkubasi diberi pupuk dasar berupa Urea (46%), TSP (46% P_2O_5), dan KCl (60% K_2O) dengan dosis 150 ppm N (2.609 g Urea/pot), 200 ppm P_2O_5 (3.478 g TSP/pot), dan 250 ppm K_2O (3.333 g KCl/pot). Semua pupuk diberikan sekaligus.

Penambahan air dilakukan setiap hari. Tinggi air dipertahankan 3 - 5 cm dari permukaan tanah. Pencegahan hama penyakit dilakukan dengan penyemprotan pestisida dan fungisida 1 kali dalam seminggu.

Pengamatan

Jumlah anakan diamati sejak minggu II setelah transplanting sampai minggu XII dengan selang pencatatan data setiap 2 minggu. Pemotretan visual pertumbuhan diambil pada saat minggu VIII.

Pada saat tanaman berumur 101 hari diadakan pembedahan pot sebanyak 3 ulangan. Bungkahan tanah berisi akar dibersihkan dengan menyemprotkan air sehingga sampai di dapat didapat akar yang bersih. Akar difoto dengan membandingkan keseluruhan perlakuan. Kemudian diadakan pengukuran volume akar dengan metode volumetri. Akar kemudian dikeringkan pada oven $105^{\circ}C$, 24 jam kemudian ditimbang untuk mendapatkan bobot kering akar. Bagian atas tanaman dimasukkan ke dalam oven $60^{\circ}C$ untuk penetapan kadar hara tanaman. Unsur N ditetapkan dengan metode

Micro Kjeldahl , unsur P, K, Ca, Mg ditetapkan dengan metode kolorimeter. Unsur K, Ca, Mg dibaca dengan alat AAS sedangkan P dibaca dengan alat Spectrophotometer .

Sisa tanaman 2 ulangan dipanen umur 120 hari untuk dipanen. Gabah yang diperoleh di oven 60°C dan ditimbang bobotnya.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Akar

Tanaman yang sudah berumur 101 hari dilakukan pembongkaran akar dengan menyemprotkan air pada akar yang masih berikatan dengan tanah. Hasil struktur akar yang didapat disajikan seperti Gambar 2. Struktur akar yang didapat terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah struktur akar halus dan yang kedua adalah struktur akar kasar.

Struktur akar halus berbentuk seperti jaring spon melebar melingkari batang jerami, berbulu halus, kerapatan akar tinggi, berwarna putih, dan berada diantara jaring para net dengan permukaan tanah (0 - 5 cm). Struktur akar kasar menembus jaring para net menuju dasar pot, berdiameter lebih besar dari akar halus, kerapatan akar rendah, berwarna coklat kemerahan, dan berada diantara jaring para net dengan dasar pot (5 - 50 cm).

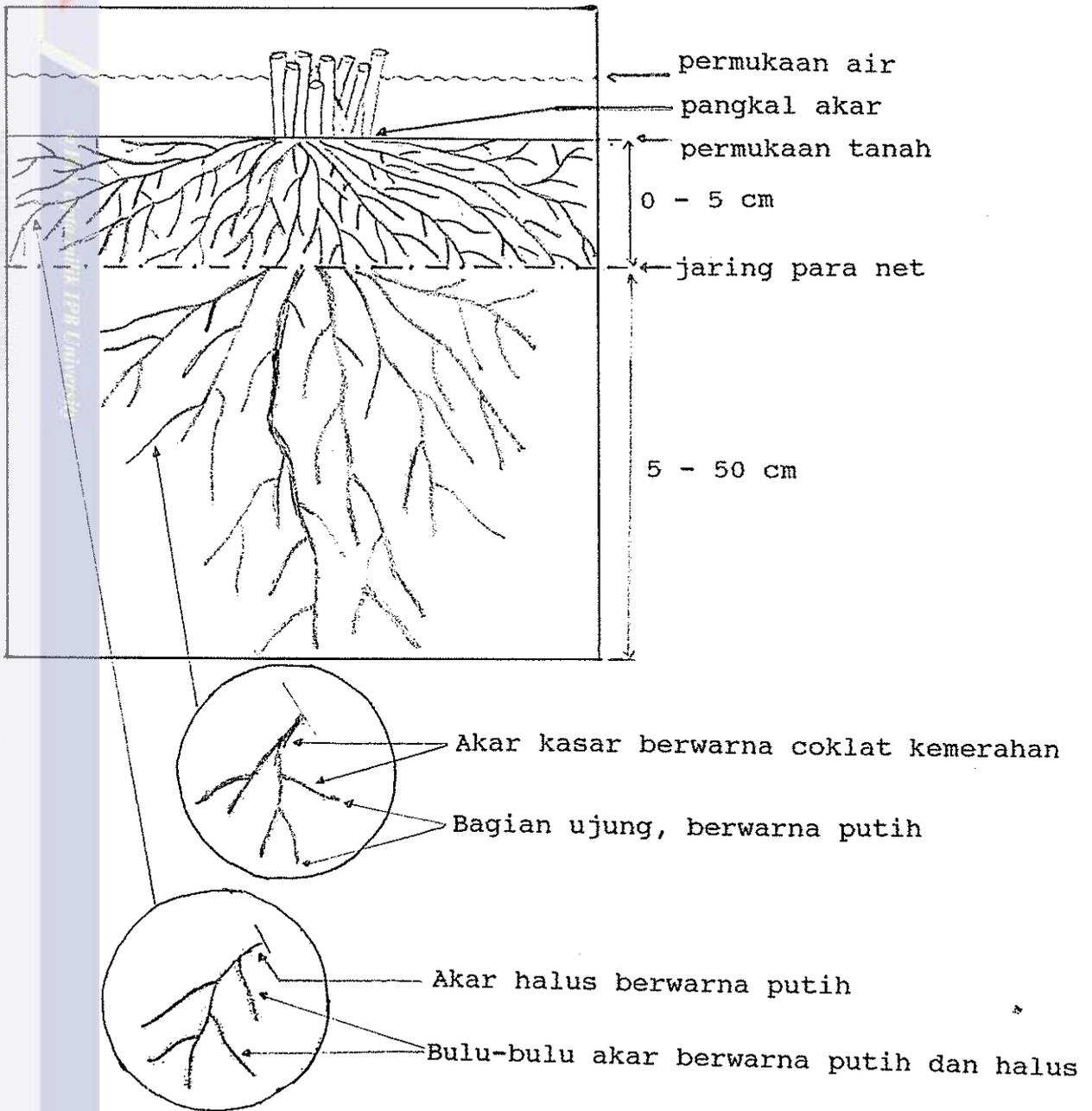
Hal di atas sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yamazki dan Harada (1982). Dinyatakan bahwa pada tahap tanaman dewasa akar menunjukkan bentukan yang elips secara horizontal. Bentukan ini lebih banyak berkumpul di lapisan A (permukaan tanah) dan sebagian kecil menembus lapisan bajak untuk seterusnya berkembang ke lapisan subsoil. Row dan Venkateswarlu (1983) menemukan bahwa



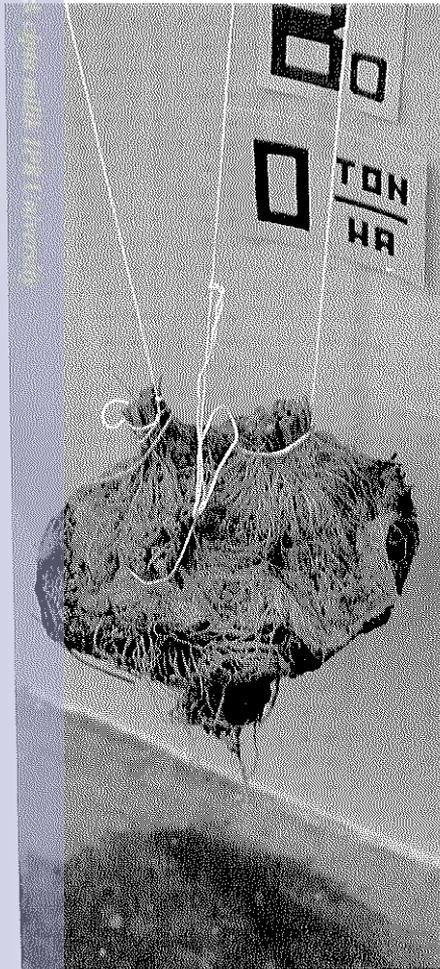
volume sebaran akar, bobot kering, dan jumlah akar primer terbesar tanaman padi terdapat pada kedalaman 0 - 30 cm dan berangsur-angsur berkurang sampai kedalaman 100cm.

Tanaman dengan perlakuan kotoran sapi , 80, dan 120 ton/ha mempunyai akar halus dan akar kasar. Tanaman dengan perlakuan kotoran sapi 0 ton/ha hanya mempunyai akar kasar tanpa adanya akar halus. Tanaman dengan perlakuan 80 dan 120 ton/ha mempunyai akar halus yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan 40 ton/ha. Adanya akar halus ini ditandai dengan adanya lempeng tanah diatas jaring para net. Pembersihan lempeng tanah yang melekat pada akar halus sangat sulit. Pembilasan air dilakukan disertai dengan pemijitan lempeng secara perlahan-lahan. Setelah dibersihkan akan terlihat bulu-bulu akar yang tumbuh pada akar halus. Bulu akar banyak yang tanggal seiring dengan pencucian lempeng tanah tersebut. Tampilan fisik pengaruh dosis bahan organik terhadap pembentukan lempeng tanah terdapat pada Gambar 3, 4, dan 5. Sedangkan deskripsi pengaruh dosis bahan organik terhadap densitas akar halus dan kekuatan mengikat zarah tanah disajikan pada Tabel 1.

Warna akar kasar pada perlakuan 0 ton/ha relatif lebih terang dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 6). Hal ini diduga karena adanya penyulaman tanaman pada perlakuan 0 ton/ha pada saat tanaman sudah berumur 3 minggu. Akar yang lebih muda mempunyai warna akar yang lebih terang dibanding akar yang lebih tua.



Gambar 2. Diagram Struktur Akar Padi Sawah IR-36 Dengan Perlakuan Kotoran Sapi 80 atau 120 ton/ha, Pada Saat Umur Tanaman 101 Hari.

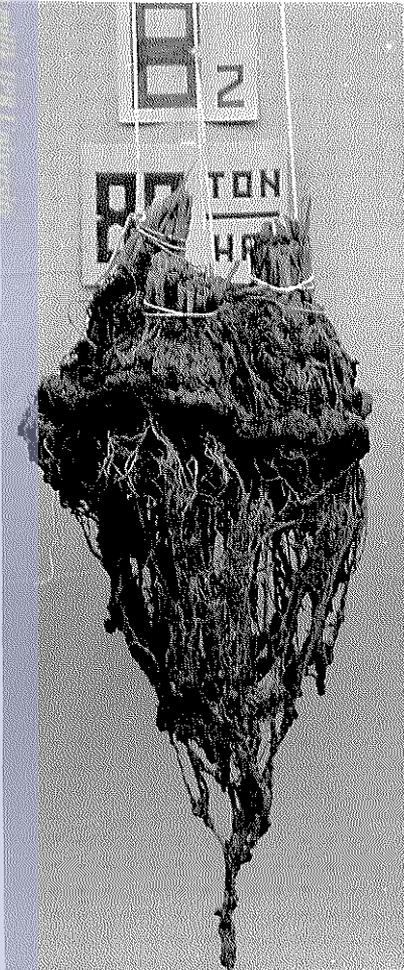


(a)

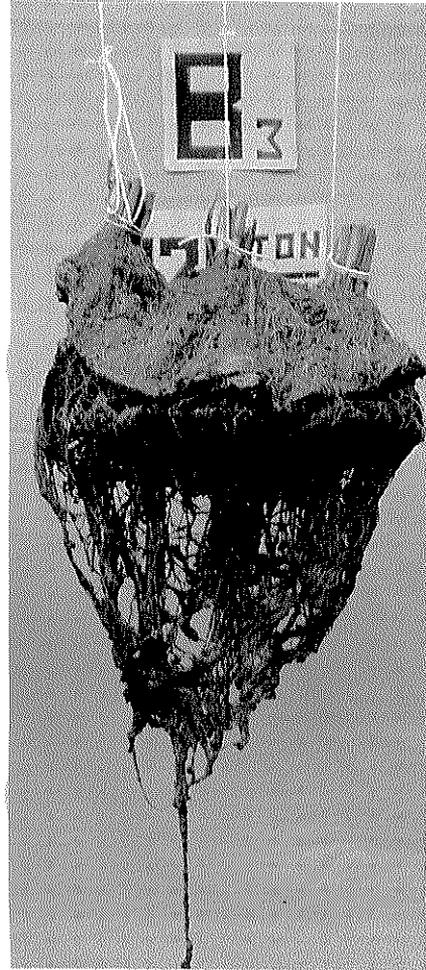


(b)

Gambar 3. Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 0 ton/ha (a) dan 40 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (90 % Pembongkaran).



(a)



(b)

Gambar 4. Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 80 ton/ha (a) dan 120 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (90 % Pembongkaran).



Gambar 5. Tampilan Visual Akar Dengan Keempat Perlakuan Dari Kiri ke Kanan 0, 40, 80, dan 120 ton/ha Pada Umur 101 Hari (90% Pembongkaran)



(a)



(b)

Gambar 6. Tampilan Visual Akar Dengan Perlakuan 0 ton/ha (a) Umur 80 Hari dan 120 ton/ha (b) Pada Umur 101 Hari (50% Pembongkaran).

Tabel 1. Hubungan Dosis Kotoran Sapi Dengan Densitas Akar Halus dan Kekuatannya Mengikat Zarah Tanah.

Dosis (ton/ha)	Densitas akar halus	Kekuatan akar halus mengikat tanah (3 bibit/pot)
0	tidak ada	tidak mengikat
40	sedikit	mengikat tidak terlalu kuat membentuk tiga bonggol terpisah
80	banyak	membentuk lempeng tanah
120	banyak	membentuk lempeng tanah

Pengaruh Bahan Organik Terhadap Kualitas Akar dan Kualitas Tanaman

Kualitas Akar

Bahan Organik berpengaruh langsung terhadap kualitas akar. Kualitas akar mempengaruhi jumlah serapan hara, kualitas bagian atas tanaman, dan produksi gabah kering seperti yang dinyatakan dalam Tabel 2.

Kualitas akar dinyatakan dengan bobot kering akar dan volume akar, dan serapan hara. Kualitas tanaman dinyatakan dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot kering bagian atas tanaman, dan produksi gabah kering.

Warna akar halus lebih terang dibanding warna akar kasar pada perlakuan 40, 80, dan 120 ton/ha. Penulis menduga bahwa akar yang tidak berwarna lebih aktif dibanding akar berwarna. Fitter dalam Waisel *et al.* (1991) menyatakan bahwa akar yang berpigmen mempunyai zat yang dapat menghambat penyerapan hara.

Tabel 2. Pengaruh Dosis Kotoran Sapi Terhadap Rataan Bobot Kering Akar, Volume Akar, Serapan Unsur, Bobot Kering Bagian Atas Tanaman, Jumlah Anakan (Umur 101 Hari), dan Produksi Gabah Kering (Umur 120 Hari) dan Rasio BK Akar Terhadap BK Tanaman.

Dosis (ton/ha)	BK akar (g)	Volume akar (ml)	Serapan unsur (g)					BK tana man (g)	Jumlah anakan	Produksi gabah (g)	BK akar/ BK tanaman (%)
			N	P	K	Ca	Mg				
0.00	10.79	81.00	-	0.07	1.04	0.14	0.07	62.97	34.40	23.13	17.27
40.00	19.97	108.70	0.93	0.16	1.37	0.14	0.15	93.03	38.40	60.23	21.57
80.00	21.44	121.00	1.09	0.26	1.86	0.25	0.25	107.41	43.40	115.80	19.97
120.00	21.63	112.30	0.98	0.21	1.76	0.23	0.22	107.95	42.80	91.00	20.07

Sedangkan Bowen dan Rovira, 1969 ; Reynolds, 1975 dalam Waisel *et al.* (1991) menyatakan luas permukaan akar halus lebih besar dibanding akar kasar dengan adanya bulu-bulu akar.

Bahan organik ternyata meningkatkan densitas akar halus. Hal ini disebabkan pada lapisan atas (0 - 5 cm) cukup besar terdapat oksigen. Sedangkan pada lapisan bawah (5 - 50 cm) kadar oksigen sangat minim sebagai akibat dari proses penggenangan (Grable, 1966 dalam Waisel *et al.*, 1991). Jika penggenangan kontinu dan dalam waktu yang lama maka profil tanah bagian bawah akan berada dalam status reduksi tetap (Gambrell and Patrick, 1978 dalam Waisel *et al.*, 1991). Proses reduksi akan menimbulkan kondisi yang buruk bagi tanaman (Gambrell and Patrick, 1978, Ponnampereuma, 1984 dalam Waisel *et al.*, 1991).

Dalam proses dekomposisi aerobik logam berikatan kuat dengan koloid, humus, dan bahan organik dalam bentuk larutan (Bloomfield et al., 1976 dalam Tate III, 1987). Logam seperti Fe (III), Al (III), dan Cu (III) ternyata mengikat kuat bahan organik di atom O (Schnitzer and Skinner, 1965 dalam Tate III, 1987). Sedangkan Firestone and Tiedje, 1975 dalam Tate III (1987) menemukan bahwa *Pseudomonas* sp dalam mendegradasi kompleks logam-Nitrilotriasetat ternyata terhambat respirasinya untuk jenis logam Ni, Cd, dan Hg. Hal ini ditandai dengan sedikitnya oksigen yang dilepas mikro organisme ini ke dalam tanah.

Dalam menanggulangi masalah diatas tanaman beradaptasi dengan cara memenuhi kebutuhan oksigen melalui transportasi oksigen dari daun ke akar. Mekanisme transportasi ini dimungkinkan karena adanya peran cairan kental sekunder di hipodermis padi dalam mendifusikan oksigen dari daun ke akar. Proses ini menjamin suplai oksigen ke meristem apikal akar sehingga pertumbuhan akar ke daerah anaerobik dapat berjalan kontinu (Armstrong, 1978 dalam Waisel et al., 1991). Tetapi dari hasil penelitian diduga tanaman padi dalam memenuhi kebutuhan oksigen dengan cara memperbanyak akar halus sehingga proses respirasi akar tetap berjalan baik. Hal ini didukung oleh penelitian Ando dan Yoshida (1980) yang menyatakan bahwa dari 100% oksigen yang ditransportasikan akar padi IR 36 (25°C) 3 - 5% digunakan untuk oksidasi enzimatik, 22 - 30% dilepaskan kembali ke

dalam tanah, dan 67 - 73% digunakan untuk berespirasi.

Pengaruh bahan organik ternyata meningkatkan kualitas akar dengan semakin besarnya dosis yang diberikan. Kualitas akar terbaik didapat pada perlakuan 80 ton/ha. Nilai bobot kering dan volume akar berturut-turut adalah 21.44 g dan 121 ml. Kualitas akar terjelek didapat pada perlakuan 0 ton/ha. Nilai bobot kering dan volume akar perlakuan 0 ton/ha adalah 10.79 g dan 81.0 ml. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ritonga (1989) yang mendapatkan volume akar terbaik sebesar 72.5 ml pada dosis kotoran sapi sebesar 90 ton/ha. Sedangkan untuk perlakuan 0 ton/ha hanya mencapai volume 3.5 ml (Tabel Lampiran 14). Perbedaan volume yang didapat diduga karena perbedaan umur akar yang diukur. Ritonga (1989) mengukur volume pada umur tanaman 60 hari sedangkan penelitian ini mengukur volume pada umur 101 hari.

Kualitas akar yang semakin baik ternyata meningkatkan aktifitas akar dalam menyerap hara dari dalam tanah. Hal ini terlihat bahwa akar dengan perlakuan 80 ton/ha menyerap unsur paling besar. Unsur N, P, K, Ca, dan Mg diserap berturut-turut sebesar 1.09 g, 0.26 g, 1.86 g, 0.25 g, dan 0.25 g. Akar dengan perlakuan 0 ton/ha hanya mampu menyerap P, K, Ca, dan Mg sebesar 0.07 g, 1.04 g, 0.14 g, dan 0.07 g (Tabel 2).

Besarnya serapan hara oleh akar dengan perlakuan 80 dan 120 ton/ha diduga karena banyaknya akar halus pada kedua perlakuan ini. Posisi akar halus yang dekat ke

permukaan menyebabkan akar ini banyak mendapat suplai oksigen dan giat melakukan respirasi. Energi respirasi ini merupakan gaya yang kuat bagi akar untuk menyerap hara dari dalam tanah. Menurut Ando dan Yoshida (1980) akar dengan perlakuan nutrisi lengkap ternyata mentransportasikan dan merespirasikan oksigen terbesar dibanding akar dengan perlakuan -N, -P, -K, -Ca, maupun -Mg. Selain itu larutan dimungkinkan mengalir ke akar jika larutan tanah kaya akan hara sebagai akibat sumbangan hasil dekomposisi bahan organik (Buckman and Brady, 1964, Kononova, 1967, Greenland and Dart, 1972 dalam Sanchez, 1976). Kandungan hara yang terlarut dalam larutan tanah menyebabkan tekanan osmotik meningkat sehingga memungkinkan akar menyerap hara melalui proses difusi (Winter, 1974).

Kualitas Bagian Atas Tanaman

Kualitas akar yang semakin baik juga ternyata mengakibatkan pertumbuhan tanaman yang semakin baik. Hal ini terlihat bahwa volume akar berkorelasi positif dengan jumlah anakan, bobot kering bagian atas tanaman, dan serapan hara (Tabel 3 serta Gambar Lampiran 1 dan 2).

Angka bobot kering tanaman terbesar dicapai pada perlakuan 120 ton/ha sebesar 107.95 g dan jumlah anakan 42.8 anakan. Hasil kualitas pertumbuhan terjelek didapat pada perlakuan 0 ton/ha. Berturut-turut hasil jumlah anakan, bobot kering bagian atas tanaman, dan produksi gabah kering adalah: 34.4 anakan, 62.97 g, dan 23.13 g (Tabel 2).

Tabel 3. Hasil Regresi Volume Akar (ml) Dengan Jumlah Anakan, Bobot Kering Tanaman (g), dan Serapan Hara (g).

Persamaan Regresi	n	r
$Y_1 = 0.8327 X + 4.7832$	12	0.8008
$Y_2 = 0.1831 X + 20.0574$	12	0.7812
$Y_3 = 0.0049 X + 0.4443$	9	0.7248
$Y_4 = 0.0027 X - 0.1093$	12	0.7207
$Y_5 = 0.0159 X - 0.1841$	12	0.8214
$Y_6 = 0.0026 X - 0.0877$	12	0.5849
$Y_7 = 0.0030 X - 0.1432$	12	0.8260

Keterangan: X = Volume Akar
 Y_1 = BK Tanaman
 Y_2 = Jumlah Anakan
 $Y_{3,4,5,6,7}$ = Serapan Unsur N, P, K, Ca, Mg
n = Jumlah Data
r = Koefisien Korelasi

Peningkatan kualitas akar menyebabkan peningkatan produksi gabah sampai mencapai 115.80 g/pot (14.48 ton/ha) untuk perlakuan 80 ton/ha dibanding perlakuan 0 ton/ha hanya mencapai 23.13 g/pot (2.89 ton/ha). Sedangkan penelitian Ritonga (1989) mencapai produksi terbaik 151.30 g/pot (18.91 ton/ha) pada dosis kotoran sapi 90 t/ha dan produksi terburuk 22.76 g/pot (2.85 ton/ha) pada dosis 0 t/ha. Produksi gabah tiap tanaman, jumlah anakan, dan jumlah biji per tanaman berhubungan langsung dengan jumlah akar tiap tanaman. Jumlah akar primer sangat berkorelasi dengan jumlah bunga dan bobot gabah pada padi (Sallans, 1942, Harada et al., 1984 dalam Waisel et al., 1991). Hal ini

juga didukung oleh penelitian Yamazki dan Harada (1982) yang menyatakan bahwa akar halus dan akar kasar ternyata mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan akhirnya meningkatkan produksi berdasarkan aktivitas akar menyerap air dan garam mineral dari dalam tanah. Ditambahkan pula bahwa walaupun belum begitu jelas pola hubungannya, terdapat korelasi yang sangat positif antara bobot segar akar halus dengan produksi gabah dilapangan. Berdasarkan regresi, produksi optimum bisa mencapai 6 ton/ha gabah coklat untuk bobot basah akar 700mg/100cc tanah.

Peningkatan kualitas akar ternyata membuat peningkatan bagian atas tanaman. Hal ini disebabkan karena kuatnya dukungan respirasi akar. Akar mempunyai rata-rata respirasi yang lebih tinggi dibanding bagian atas tanaman (Szan-*ia*wski, 1981 dalam Waisel *et al.*, 1991). Disamping itu pupuk yang diberikan ternyata lebih berpengaruh pada pertumbuhan bagian atas tanaman dibanding bagi akar. Percobaan pada tomat dengan perlakuan pupuk N menunjukkan peningkatan bobot kering bagian atas tanaman sampai 50% di tanah lempung dan sampai 300% di tanah berpasir. Sedangkan peningkatan bobot kering akar hanya meningkat 20% di tanah lempung dan 50% di tanah berpasir (Gulmon and Turner, 1978 dalam Waisel *et al.*, 1991). Hal diatas menunjukkan akar sangat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman.

Uji Statistik

Hasil uji statistik Wilayah Berganda Duncan pada taraf 5% menunjukkan bahwa bobot kering bagian atas tanaman untuk perlakuan 40, 80, dan 120 ton/ha tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan 0 ton/ha menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan 40, 80, dan 120 ton/ha. Sedangkan untuk jumlah anakan, perlakuan 80 dan 120 ton/ha menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan 40 ton/ha. Perlakuan 40 ton/ha juga menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan 0 ton/ha.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik 5% Wilayah Berganda Duncan Antara Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap BK Akar, Volume akar, jumlah Anakan, dan BK Bagian Atas Tanaman Umur 101 Hari.

Perlakuan (t/ha)	BK Akar (g)	Volume Akar(ml)	Jumlah Anakan	BK Atas Tanaman (g)
0	10.79a	81.0a	34.4a	62.97a
40	19.97b	108.7b	38.4b	93.03b
80	21.44b	121.0b	43.4c	107.41b
120	21.63b	112.3b	42.8c	107.95b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% Wilayah Berganda Duncan .

Untuk BK akar dan volume akar menunjukkan hasil uji yang sama. Perlakuan 0 ton/ha berbeda nyata dengan perlakuan 40, 80, dan 120 ton/ha. Sedangkan antar perlakuan 40, 80, dan 120 ton/ha tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Struktur akar padi terdiri dari dua jenis yaitu akar halus dan akar kasar. Struktur akar halus bercirikan : a. berbentuk seperti jaringan spon, melebar melingkari pangkal akar, b. berwarna putih, c. berbulu halus, d. berkumpul diantara para net dengan permukaan tanah (0 - 5 cm), e. kerapatan akar tinggi. Struktur akar kasar bercirikan : a. menembus para net dan berkembang menuju dasar pot, b. berdiameter rata-rata lebih besar dari akar halus, c. berwarna coklat kemerahan dengan ujung akar berwarna putih, d. berada diantara para net dengan dasar pot (5 - 50 cm), dan e. kerapatan akar rendah.

Kerapatan akar halus terbesar didapat pada perlakuan 80 dan 120 ton/ha. Struktur akar halus tidak dijumpai pada perlakuan dengan dosis 0 ton/ha. Sedangkan pada perlakuan 40 ton/ha hanya sedikit dijumpai akar halus.

Bahan organik meningkatkan mutu akar baik bobot kering maupun volume akar. Mutu akar yang baik ternyata meningkatkan daya serap akar, mutu bagian atas tanaman, dan produksi gabah. Volume akar berkorelasi positif terhadap jumlah anakan, bobot kering tanaman, dan serapan unsur.

Saran

Perlu untuk diteliti lebih lanjut tentang karakteristik akar padi. Penting untuk menambahkan parameter mutu akar padi dengan pengukuran kapasitas tukar kation akar, diameter dan densitas akar, keaktifan akar padi ditinjau dari warna dan kandungan bulu akar, dan perkembangan akar dalam beberapa tingkatan umur.

Adalah lebih baik jika lebih diketahui melalui penelitian yang mendalam tentang mekanisme sampainya hara dari tanah ke permukaan akar dan proses penyerapan oleh jaringan akar. Hal ini akan lebih memperjelas tentang pentingnya akar sebagai pendukung bagian atas tanaman untuk peningkatan produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ando, T. and S. Yoshida. 1980. Oxygen release as a defense mechanism : nature of oxidizing power of rice roots. IRRI Saturday Seminar, Plant Physiology Department. February ed.
- Buckman, H. O. and N. C. Brady. 1964. The Nature and Properties of Soil. A College Text of Edaphology. The Macmillan Co., New York.
- Grist, D. H. 1965. Rice. Lowe and Brydone Ltd., London.
- Hasegawa, S., M. Thangaraj, and J. C. O'Toole. 1983. Root behavior : field and laboratory studies for rice and nonrice crop in. Soil Physics and Rice. IRRI Los Banos, Laguna, Philippines.
- IRRI. 1983. Annual Report 1982, IRRI. Los Banos, Laguna Philippines.
- Kononova, M. 1967. Soil Organic Matter. Pergamon Press, England UK.
- Leiwakabessy, F. M., B. Nugroho, dan Suwarna. 1990. Pengaruh Kotoran Sapi dan Fosfor Terhadap Produksi Padi, Serapan Hara, dan Sifat Kimia Tanah. *Unpubl.*
- Marshall, T. J. and J. W. Holmes. 1988. Soil Physics. *Second ed* Cambridge University Press, Cambridge.
- O'Toole, J. C. 1980. A simple method to characterize root system in relationship to drought resistance. IRR Newsletter, vol. 5, p. 9.
- Ritonga, J. 1989. Pengaruh Berbagai Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Varietas IR-36 serta Sifat Kimia Tanah pada Latosol Darmaga. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Row, K. S. P. and B. Venkateswarlu. 1983. Root characteristics as influenced by soil type and compaction for moisture stress condition in rice. Indian J. Plant Physiol. vol XXVI, no. 3, pp. 241 - 249.
- Sanchez, P. 1976. Properties and Management of Soils in The Tropic. John Willey and Sons, New York.
- Sano, Y., T. Fuji, S. Iyama, Y. Hirota, and K. Komagata. 1981. Nitrogen fixation in the rhizosphere of cultivated and wild rice strain. Crop Sci.

vol. 21(5). pp. 758 - 761.

- Sisworo, E. L. 1980. Root and shoot growth of rice pelita I/1 in relation to different fertilizer placement in the soil. *Atom Indonesia*. vol. 6. pp. 15 - 28.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry : Genesis, Composition, Reaction*. John Wiley & Sons, Inc., New York
- Tate III, R. L. 1987. *Soil Organic Matter. Biological and Ecological Effect*. John Willey & Sons Inc. USA.
- Tisdale, S., W. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers. fourth ed.* McMillan Publishing co. New York.
- Waisel, Y., A. Eshel, and U. Kafkafi. 1991. *Plant Root : The Hidden Half*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Wilson, C. L. and W. E. Loomis. 1958. *Botany. third ed.* Holt, Rinehart, and Winston Inc., USA.
- Winter, E. J. 1974. *Water, Soil and The Plant*. McMillan Press Ltd., London.
- Yamazki, K. and J. Harada. 1982. The root system formation and its possible bearing on grain yield in rice plant. *JARQ*. vol. 15., pp. 153 - 160.

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Latosol Darmaga.

Tanah	Hasil	Metode
pH (H ₂ O, 1:1)	5.3	pH meter
pH (KCl, 1:1)	4.3	pH meter
C-org. (%)	1.15	Walkley & Black
N-tot. (%)	0.11	Kjeldhal
P-tersedia (ppm)	0.5	Bray 1
Ca-dd (me/100g)	2.07	N NH ₄ OAc pH 7.0
Mg-dd (me/100g)	0.26	idem
K-dd (me/100g)	0.08	idem
Na-dd (me/100g)	0.28	idem
Total (me/100g)	2.69	idem
KTK (me/100g)	15.6	idem
KB (%)	17.2	Jumlah basa-basa
Al-dd (me/100g)	2.56	N KCl titrasi HCl
H-dd (me/100g)	0.94	idem





Tabel lampiran 2. Deskripsi Varietas Padi IR-36

Asal	: perkawinan antara IR 1516-228/IR 244/ O. nivera/CR 94-13
Golongan	: cere (<i>indica</i>). Kadang-kadang berbulu
Bentuk tanaman	: tegak
Umur tanaman	: 110-120 hari
Tinggi Tanaman	: 70-80 cm
Anakan Produktif	: sedang (14-19 batang)
Warna kaki	: hijau
Warna batang	: hijau
Warna telinga daun	: tidak berwarna
Warna lidah daun	: tidak berwarna
Posisi daun	: tegak
Muka daun	: kasar
Daun bendera	: tegak
Bentuk gabah	: ramping dan agak panjang
Warna gabah	: kuning bersih, ujung gabah sewarna
Kerontokan	: mudah rontok
Kerebahan	: tahan
Rasa nasi	: kurang
Kadar amilosa	: 25%
Potensi hasil	: 4 - 4.5 t/ha gabah kering
Ketahanan terha- dap hama	: tahan terhadap wereng coklat biotipe 1 , biotipe 2, dan wereng hijau
Ketahanan terha- dap penyakit	: tahan terhadap virus kerdil rumput dan bakteri daun (<i>Xanthomonas oryzae</i>). Cukup tahan terhadap Blast (<i>Pyricularia oryzae</i>)
Disebarluaskan	: tahun 1973

Tabel Lampiran 3. Hasil Pengukuran Jumlah Anakan Umur II sampai XII MST.

Dosis (t/ha)	II	IV	Jumlah VI	anakan VIII	X	XII
0	3	3	11	27	34	37
	3	3	12	32	37	35
	3	2	11	24	30	34
	3	3	11	22	32	30
	3	4	14	36	36	36
	rataan	3	3	11.8	28.2	33.8
40	3	4	21	43	45	37
	3	7	28	41	40	37
	3	7	34	42	40	40
	3	16	28	44	43	38
	3	10	35	42	48	40
	rataan	3	8.8	29.2	42.4	43.2
80	3	13	47	51	45	40
	3	12	40	53	46	44
	3	8	31	43	45	42
	3	11	35	55	50	45
	3	12	44	59	57	46
	rataan	3	11.2	45.2	52.2	48.6
120	3	11	38	53	50	46
	3	9	32	45	43	40
	3	10	30	45	43	37
	3	11	36	51	48	45
	3	11	30	52	48	46
	rataan	3	10.4	33.2	49.2	46.4

Tabel Lampiran 4. Kandungan Unsur Pada Jaringan Atas Tanaman Umur 101 Hari.

Dosis (t/ha)	%N	%P	Serapan unsur		
			%K	%Ca	%Mg
0	1.564	0.11	1.508	0.166	0.108
	1.744	0.116	1.575	0.249	0.112
	2.090	0.123	1.718	0.266	0.113
	rataan	1.799	0.116	1.600	0.227
40	0.932	0.16	1.47	0.125	0.147
	1.015	0.169	1.47	0.158	0.159
	1.053	0.185	1.489	0.166	0.163
	rataan	1.000	0.171	1.475	0.150
80	0.992	0.224	1.623	0.133	0.195
	1.007	0.244	1.709	0.274	0.245
	1.045	0.255	1.89	0.299	0.256
	rataan	1.015	0.241	1.741	0.235
120	0.865	0.166	1.547	0.121	0.191
	0.887	0.206	1.623	0.198	0.195
	0.970	0.211	1.718	0.316	0.228
	rataan	0.907	0.194	1.630	0.212

Tabel Lampiran 5. Hasil Pengukuran Bobot Kering Akar pada Saat Tanaman Umur 101 Hari (oven $t=60^{\circ}\text{C}$).

Dosis (t/ha)	BK akar (g)			Rataan
	I	II	III	
0	9.03	9.54	13.81	10.79
40	16.91	18.06	24.94	19.97
80	19.21	20.77	24.33	21.44
120	20	21.89	23	21.63

Tabel Lampiran 6. Hasil Penetapan Volume Akar Umur 101 Hari Dengan Metode Volumetri.

Dosis (t/ha)	Volume (ml)			Rataan
	I	II	III	
0	73.5	78.5	91	81
40	99	102	125	108.7
80	110	125	128	121
120	90	121	126	112.3

Tabel Lampiran 9. Hasil Sidik Ragam Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap Jumlah Anakan Umur XII MST.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	F-tabel
Perlakuan	3	265.35	88.45	11.02*	3.24
Galat	16	128.40	8.03		
Total	19	393.75			

Keterangan : * = nyata pada taraf $F = 5\%$.

Tabel Lampiran 10. Hasil Sidik Ragam Dengan Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap BK Bagian Atas Tanaman Umur 101 Hari.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	F-tabel
Perlakuan	3	3997.63	1332.54	19.55*	4.07
Galat	8	545.34	68.17		
Total	11	4542.97			

Keterangan : * = nyata pada taraf uji $F = 5\%$.

Tabel Lampiran 11. Hasil Sidik Ragam Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap Volume Akar Umur 101 Hari.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	F-tabel
Perlakuan	3	2690.92	896.97	4.74*	4.07
Galat	8	1513.83	189.23		
Total	11	4204.75			

Keterangan : * = nyata pada taraf uji $F = 5\%$.

Tabel Lampiran 12. Hasil Sidik Ragam Perlakuan Dosis Bahan Organik Terhadap BK Akar Umur 101 Hari.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	F-tabel
Perlakuan	3	240.06	80.02	9.17*	4.07
Galat	8	69.81	8.73		
Total	11	390.86			

Keterangan : * = nyata pada taraf uji F = 5%.

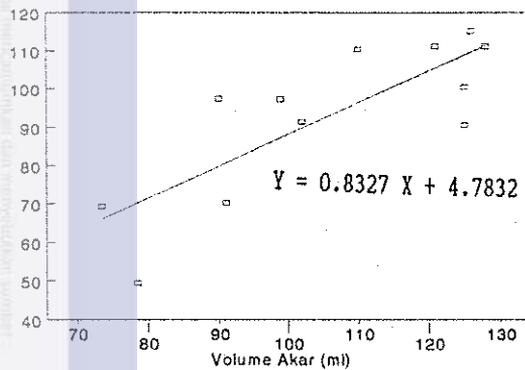
Tabel Lampiran 13. Hasil Penetapan Kandungan Unsur Kotoran Sapi.

Unsur	Hasil	Metode
N (%)	2.020	Kjeldhal
C (%)	27.42	Walkey & Black
P (mg/100g)	31.601	Bray-2
Ca (me)	3.111	N NH ₄ OAc
Mg (me)	5.650	idem
K (me)	7.037	idem

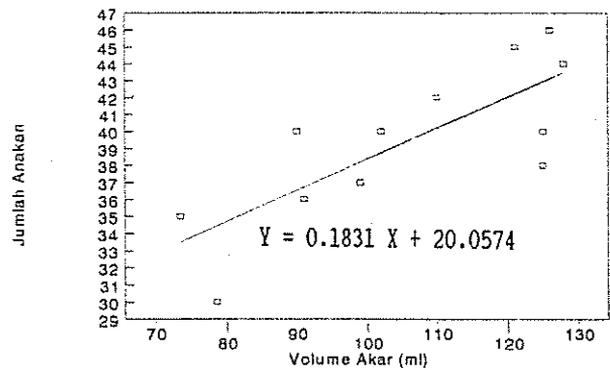
Tabel Lampiran 14. Hasil Pengukuran Volume Akar (Umur 60 hari) dan Produksi Gabah Kering(g/pot) (oven t=60 °C) Umur 119 hari.

Dosis (t/ha)	Volume akar (ml)	Produksi Gabah Kering (g/pot)
0	3.5	22.76
30	50	82.55
60	47.5	130.50
90	72.5	151.30

Sumber : Ritonga, 1989. Pengaruh Berbagai Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi IR-36 serta Sifat Kimia pada Tanah Latosol Darmaga. Jurusan Tanah, Faperta IPB, Bogor.

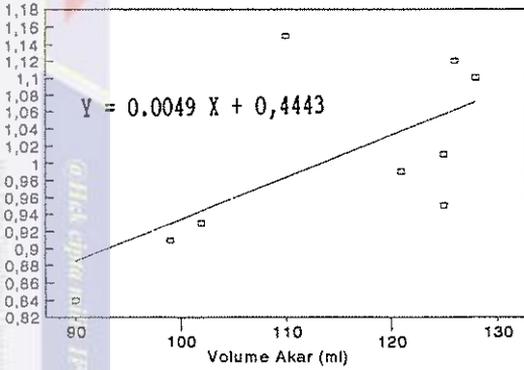


(a)

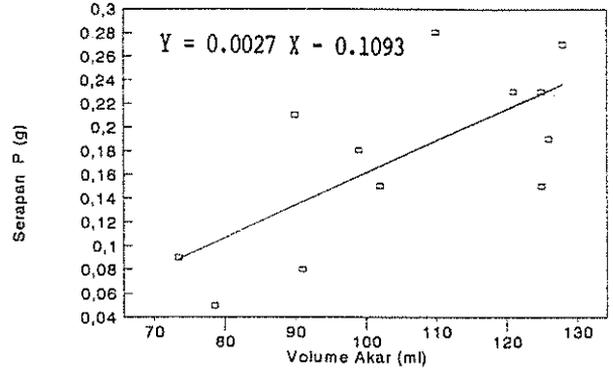


(b)

Gambar Lampiran 1. Pola Hubungan Volume Akar (ml) Dengan Bobot Kering Bagian Atas tanaman (a) dan Jumlah Anakan (b) Umur 101 Hari.



(a)



(b)

