



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH PEMBERIAN HASIL ISOLASI RHIZOBAKTERIA
BEBERAPA JENIS BAKTERI INDIGENUS DAN PUPUK ORGANIK
TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN KARET (HEVEA
BRASILIENSIS MUELL. ARG)**

SKRIPSI



**WIRA MUTIA WAHYU
1110212027**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**PENGARUH PEMBERIAN HASIL ISOLASI
RHIZOBAKTERIA BEBERAPA JENIS BAKTERI INDIGENUS
DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT
TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**

OLEH :

**WIRA MUTIA WAHYU
1110212027**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2015

**PENGARUH PEMBERIAN HASIL ISOLASI
RHIZOBAKTERIA BEBERAPA JENIS BAKTERI INDIGENUS
DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT
TANAMAN KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**

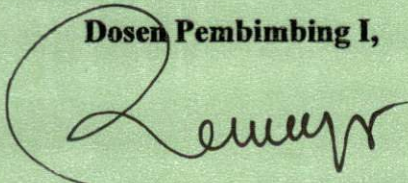
SKRIPSI

OLEH :

**WIRA MUTIA WAHYU
1110212027**

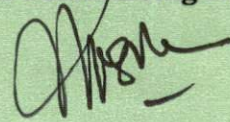
MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir Reni Mayerni, MP
NIP. 19660511 199003 2 001

Dosen Pembimbing II,



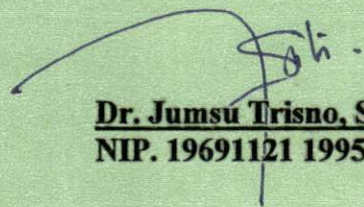
Dr. Ir. Nasrez Akhir, MS
NIP. 195640421 197802 1 001

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas,**




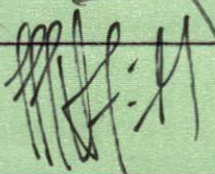
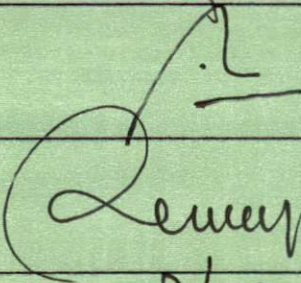
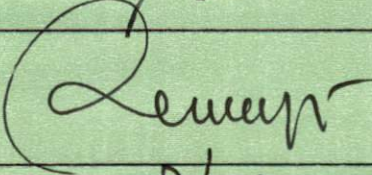
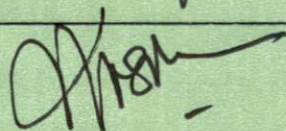
Prof. Ir. Ardi, MSc
NIP. 19531216 198003 1 004

**Ketua Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas Andalas,**

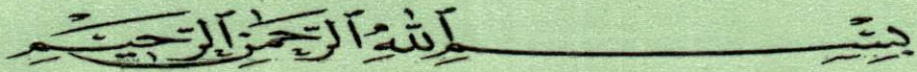


Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi
NIP. 19691121 199512 1 001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 23 Oktober 2015.

No	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Prof. Dr. Ir. Zulfadly Syarif, MP		Ketua
2.	Ir. Muhsanati, MS		Sekretaris
3.	Armansyah, SP, MP		Anggota
4.	Prof. Dr. Ir. Reni Mayerni, MP		Anggota
5.	Dr. Ir. Nasrez Akhir, MS		Anggota





Alhamdulillah, Alhamdulillah, Alhamdulillahirrabbi'l'alamin. Puji Syukur Kepada-Mu ya Allah tak henti-hentinya ku ucapkan atas nikmat, rahmat dan karunia-Mu. Akhirnya terselesaikan juga sebuah karya kecil ini yang kupersembahkan untuk orang terkasih dan tersayang dalam hidup ku.

Kini terbasuh sudah air mata bunda

Terseka sudah peluh ayahanda

Terjawab sudah gelisah adinda

Kini tiba saatnya aku melihat senyuman bangga terukir di bibir mereka....

Dari lubuk hati yang paling dalam kupersembahkan karya kecil untuk ayahanda Epidul dan Ibunda Editorina (Almarhum)... Terimakasih buat pengorbanan, do'a yang tak henti-hentinya, kasih sayang yang telah engkau curahkan kepada ananda yang tak kan pernah tergantikan dan tak ada tandingannya. Ayah Ibu tercinta, terimakasih Ayah terimakasih Ibu akhirnya cicit selesaikan studi ini dan ini sebagai hadiah cicit buat Ayah dan Ibu (disurga sana) dan juga untuk ibuku Epi Yustanti terimakasih Untuk nenekku tersayang Fatimah Deli cepat sembuh ya nek :. Untuk kakakku tersayang Wiko Arianto, ST (Almarhum), Wivi Arianti, S. Kep beserta suami Ardiman, SE, Wita Arianti, S.Pi beserta suami Ramza, Wilda Andriana, S.Pi beserta suami Riki Andri, SE, Mutya Rahmi, SH beserta suami, Wengky Ariando, S.Si dan adekku Ade Thaufik (yang gelarnya nyusul bentar lagi C. sarjana seni) juga buat adekku Nadia Syafira (belajar yang rajin dek, jangan nakal sama ayah) terimakasih atas bimbingan, kasih sayang, pengorbanan, dukungan dan semangat buat cicit selama ini yang terlahir sebagai anak bungsu dan yang udah sering nyusahin dan nangis ketika dimarahin hehe. Dan juga buat semua ponakanku Dicha Amanda Firsty, Genta Syaidina Ardi, Aqilla Jasmine Ardi, Yazid Akbar Alnubarakhi, Ibrahim Rifki Alfatih, sekolah yang tinggi dan harus sepintar cicit ya nak hihii :**

Tak lupa ku haturkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Reni Mayerni, MP dan Dr. Ir. Nasves Akhri, MS., selaku pembimbing yang tidak pernah bosan dan lelah untuk membimbing, memberikan nasehat, arahan dan motivasi demi mencapai impian masa depan....

Semangat dan terimakasih buat Prof. Dr. Ir. Zulfadly Syarif, MP., Ir. Muhsanati, MS., Armansyah, SP, MP., Dr. Yulmira Yanti, SSI, MP, dan seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Pertanian UNAND...

Terimakasih juga kepada teman seperjuangan Resti Adriyawati, SP, Iid Permata Isra, SP, Caesar Khairullah, SP, Abruri Halimi, S., Azillah, SP., Loko Jeremia, SP, cuning CSP, Vivi CSP, Wati CSP, Yuni CSP, Puput CSP, Rati CSP, Maga CSP, Dela CSP, Ella CSP. Dan thanks banget nih buat temen cicit "Shela CSP, Dhan CSP, Ghany CSP, Imam CSE" semangat buat kita semua semoga jadi ORANG SUKSES dimasa yang akan datang dan inget jangan ada yang SOMBONG!!! Hahahaha.....

Terimakasih juga buat praktikan Fistum'12'13'14, FistumTanah'13'14, Agroklimat AgET'14 APATIS'11, Sanggar Seni. Terimakasih banget buat (Keluarga Land) Kak isel (udah kaya kaka sendiri, makasi ka :*), kak caca (lucu banget, gada kaka gaseru dikosan ini kak hihhi), kak surwe (mantan temen sekamar kukanya baik banget :* S. farm, Apt), kak igeng (kaka jago banget nyanyi ka suaranya bagus banget, S. farm. Apt), kak riri (kaka baik dan ramah banget, S. Farm. Apt), kak tiara kak dinda (semangat bu bidan), Kak Rita (Makasi buat selama ini kak udah banyak banget bantuin cicit, CSP), Kak Aulia (semangat penelitiannya kak hehe CSP) Melati (temen sekamar yang baik banget, dan ga pernah ngeluh dan yang bentar lagi S. Kep), Tia Loli (cie mereka yang udah duluan S.TP), Aci Raisa (kita sama yaa wisudanya, hidup S TP haha), Kawe (yang tidur susah dibangunin haha, C. S TP), Ipit (hahii, yang bentar lagi jadi ST hahaha ipit gaulsss), icha (semangat dik :*) dan terkhusus nih buat ibu bapak kos gaul kita "mami Af dan papi". Thanks juga buat temen KKN Tunggal Utara Lovers. Café Biro, Café salsa, dan semua tempat yang pernah disinggahi hahaha.. Buat pak pudin yang udah bantuin cicit penelitian, buat nijas, uni meli, uni jus, etek BDP dan etek B :*. Dan terimakasih cicit buat senior kece dan baik banget, thanks banget nih buat Roji Andriadi, SP yang udah banyak bantuin cicit mencapai gelar SP ini, dan terimakasih juga buat semua senior AgET dan semua warga AgET yang tidak bias disebutkan satu persatu, terimakasih semuanya.

~~Terimakasih~~ terimakasih cicit untuk seseorang disana Maulia Septiza, SP yang udah banyak banget bantuin cicit yang uda ngasih semangat dukungan dan semuanya, suka duka tangis bahagia canda tawa semuanya, sebagian dari gelar ini punya mu haha Makasi Maulsss :*

WIRA MUTIA WAHYU, SP

BIODATA

Penulis dilahirkan di Tiku, Kecamatan Tanjung Mutiara, Kabupaten Agam pada tanggal 31 Mei 1993 sebagai anak keenam dari enam bersaudara, dari pasangan Bapak Epidul dan Ibu Editorina (Alm). Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD N 20 Pasar Tiku, Kecamatan Tanjung Mutiara, Kabupaten Agam, lulus pada tahun 2005. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP N 1 Tanjung Mutiara, Kabupaten Agam, lulus pada tahun 2008. Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di SMA N 1 Tanjung Mutiara, Kabupaten Agam, lulus pada tahun 2011. Dan tahun 2011 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Agroekoteknologi.

Padang, 23 Oktober 2015

W.M.W

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'amin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Pemberian Hasil Isolasi Rhizobakteria Beberapa Jenis Bakteri Indigenus Dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr)”**. Shalawat beserta salam penulis sampaikan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW yang menuntun jalan keselamatan dunia dan akhirat bagi umat sekalian alam.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ayahanda Epidul dan Ibunda Editorina yang telah membesarkan, memelihara dan mendidik penulis selama ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Reni Mayerni, MP., selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Nasrez Akhir, MS., selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasehat dan masukan yang sangat penulis butuhkan dalam penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga semua bantuan yang diberikan menjadi amal ibadah di sisi Allah SWT, Amin ya Robbal' amin.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca sekalian. Wassalam.

Padang, 23 Oktober 2015

W. M. W

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
ABSTRAK	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanaman Karet(<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg)	5
B. Bakteri Akar Sebagai PGPR	6
C. Pembibitan Tanaman Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg)	9
D. Peranan Pupuk Organik Terhadap Tanah dan Tanaman	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	16
B. Bahan dan Alat	16
C. Metode Penelitian	16
D. Pelaksanaan Penelitian	17
1. Pengambilan Sampel Tanah	17
2. Isolasi Rhizobakteria Dari Perakaran Tanaman Karet	18
3. Karakterisasi Isolat Rhizobakteria	19
4. Persiapan Bahan Tanam	20
5. Pemberian Perlakuan Rhizobakteria dan Penanaman Bibit	21
6. Pemeliharaan Tanaman	21
E. Pengamatan	21
1. Pengamatan Dasar Dilakukan Sebelum Bibit Diberi Perlakuan	21
2. Pengamatan Perlakuan	22

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
A.	Morfologi dan Fisiologi Koloni Rhizobakteria	25
B.	Tinggi Bibit.....	28
C.	Diameter Batang	32
D.	Lebar Kanopi Daun.....	35
E.	Jumlah Daun	39
F.	Panjang Akar Primer.....	42
G.	Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang	44
H.	Bobot Segar Tanaman	45
I.	Bobot Kering Tanaman.....	49
J.	Bobot Segar Akar.....	53
K.	Bobot Kering Akar.....	55
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	57
A.	Kesimpulan	57
B.	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Karakter Morfologi Rhizobakteria dari Perakaran Tanaman Karet.....	25
2. Karakter Fisiologis Rhizobakteria dari Perakaran Tanaman Karet.....	27
3. Tinggi Bibit tanaman karet yang diberi perlakuan Rhizobakteria dan Pupuk Organik umur 16 MSI.....	28
4. Diameter Batang Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	32
5. Lebar Kanopi Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik umur 16 MSI	37
6. Jumlah Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	40
7. Pertambahan Panjang Akar PrimerTanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI.....	42
8. Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI.....	44
9. Bobot Segar Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	45
10. Bobot Kering Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	49
11. Bobot Segar Akar Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	53
12. Bobot Kering Akar Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Laju Tinggi Bibit yang diberi Perlakuan Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI	30
2. Laju Tinggi Bibit yang diberi Perlakuan Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI	31
3. Laju Diameter Batang yang diberi Perlakuan Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI	34
4. Laju Diameter Batang yang diberi Perlakuan Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI	34
5. Laju Lebar Kanopi Daun yang diberi Perlakuan Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI	38
6. Laju Lebar Kanopi Daun yang diberi Perlakuan Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI	38
7. Laju Jumlah Daun yang diberi Perlakuan Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI	41
8. Laju Jumlah Daun yang diberi Perlakuan Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Sidik Ragam Pengamatan Tanaman Karet.....	64
2. Jadwal Kegiatan Percobaan dari April sampai dengan Agustus 2015	68
3. Denah Penempatan Unit Percobaan Berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL)	69
4. Cara Pembuatan Kompos	70
5. Deskripsi Klon PB 260.....	71
6. Dokumentasi Penelitian.....	73
7. Ciri-ciri Tanaman Karet Yang Digunakan Sebagai Batang Bawah Berumur 4 Bulan (Siap Untuk Diokulasi).....	77

**PENGARUH PEMBERIAN HASIL ISOLASI RHIZOBAKTERIA
BEBERAPA JENIS BAKTERI INDIGENUS DAN PUPUK
ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT TANAMAN
KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan jenis bakteri indigenus hasil isolasi rhizobakteria dan pupuk organik terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Penelitian telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, dari bulan April sampai Agustus 2015. Rancangan yang digunakan yaitu Faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 5 taraf perlakuan pada faktor pertama dan 3 taraf perlakuan pada faktor kedua dengan 3 ulangan. Data dianalisis secara statistik dengan uji F pada taraf nyata 5%, apabila F hitung lebih besar dari F tabel 5% maka dilanjutkan dengan Uji Duncan's New Multiple Range Tes (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi terbaik antara rhizobakteria RZ_{1.1}GT₀₁ dan pupuk organik kompos daun karet terhadap pertumbuhan bobot segar tanaman karet, bobot kering tanaman karet dan bobot segar akar tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Pemberian rhizobakteria dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit dan lebar kanopi daun tanaman karet, sedangkan pemberian pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan lebar kanopi daun tanaman karet, jumlah daun dan pertambahan panjang akar primer tanaman karet.

Kata kunci : rhizobakteria, pupuk organik, tanaman karet

THE EFFECT OF INDIGENOUS RHIZOBACTERIA AND ORGANIC FERTILIZERS ON THE GROWTH OF RUBBER PLANTS (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)

Abstract

This research was conducted in the Experimental Garden, Faculty of Agriculture, Andalas University from April until August 2015. A completely random design was used with 5 different rhizobacterial isolates and three types of fertilizer, all tested in triplicate. Statistical analysis used the F test at the 5% level. Significant differences were further tested using Duncan New Multiple Range Test also at the 5% level. Overall the combination of rhizobacteria with organic fertilizer significantly increased plant fresh weight, plant dry weight and root fresh weight. The best combination of rhizobacteria and organic fertilizer was compost from rubber plant leaves with rhizobacteria RZ_{1.1}GT₀₁. All five rhizobacteria increased the height of seedlings and canopy width. All three organic fertilizers increased the canopy width, number of leaves, and length of the primary root.

Keywords: rhizobacteria, organic fertilizers, the rubber plant

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) merupakan salah satu komoditi perkebunan penting bagi Indonesia, baik sebagai sumber pendapatan, kesempatan kerja dan devisa, pendorong pertumbuhan ekonomi, serta pelestarian lingkungan dan sumberdaya hayati. Hasil devisa yang diperoleh dari karet cukup besar, mencapai US\$ 4.868,75 juta pada tahun 2007 (BPS, 2009). Analisis *International Rubber Study Group* (IRSG) menyatakan bahwa kebutuhan terhadap karet alam dunia terus meningkat hingga tahun 2035. Perkiraan produksi pada tahun 2020 sebesar 8,5 juta ton dan tahun 2035 sebesar 10,0 juta ton sedangkan perkiraan konsumsi tahun 2020 adalah 12,5 juta ton dan tahun 2035 sebanyak 17,2 juta ton. Tumbuhnya industri berbahan baku karet pada sejumlah negara menjadikan perkembangan perkebunan karet semakin maju (Siregar dan Suhendry, 2013).

Rendahnya produksi karet ini menurut Masganti (2012) disebabkan oleh mayoritas petani (50-60%) belum menggunakan bahan tanam (bibit) sesuai dengan standar budidaya, teknik pembibitan yang salah, teknik budidaya yang salah, pemeliharaan pembibitan yang belum sesuai dengan standar budidaya dan tingginya persentase kematian bibit di lapangan akibat terganggunya perakaran oleh mikroorganisme yang dapat merugikan didalam tanah. Selain itu petani karet di Indonesia masih banyak menggunakan bibit karet cabutan, anakan liar atau hasil semaian biji dari pohon karet alam yang dibudidayakan sebelumnya sehingga menyebabkan perakaran tanaman karet ini tidak kuat dan kurang kokoh.

Alternatif budidaya mengatasi persoalan diatas adalah dengan menggunakan bahan tanam (bibit yang direkomendasikan) dan teknik pembibitan yang baik, penggunaan pupuk organik yang secara ekonomis lebih murah dan mudah didapat dibandingkan dengan pupuk sintetis, serta penggunaan rhizobakteria sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Schipper *et al*, 1987).

Rhizobakteria merupakan bakteri saprofit yang hidup pada rizosfer dan mengkolonisasi sistem perakaran tanaman, sebagai agens biokontrol untuk mengendalikan penyakit dan pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth*

Promoting Rhizobacteria) untuk meningkatkan produksi tanaman (Silva *et al.*, 2003). Strain rhizobakteri pemacu pertumbuhan tertentu telah digunakan sebagai inoculant biofertilizer (Kennedy *et al.*, 2004). Kemampuan rizobakteria dalam menginduksi ketahanan tanaman bervariasi dan terlihat kecenderungan isolat yang efektif mengendalikan penyakit tanaman adalah yang berasal dari rizoplan tanaman yang bersangkutan (indigenus). Rizobakteria juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Supramana, *et al.*, 2007).

Menurut Kloepper (1993) fungsi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman antara lain (i) sebagai pemacu/ perangsang pertumbuhan dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh seperti *asam indol asetat (IAA)*, giberelin, sitokinin dan etilen dalam lingkungan akar (ii) sebagai penyedia hara dengan menambat N₂ dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah dan (iii) sebagai pengendali patogen berasal dari tanah dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti *siderophore*, *1,3 glukonase*, *kitinase*, antibiotik dan sianida.

Salah satu upaya peningkatan produktivitas tanaman karet adalah dengan mencukupkan kebutuhan haranya. Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sebab unsur hara yang terdapat di dalam tanah tidak selalu mencukupi untuk memacu pertumbuhan tanaman secara optimal (Salikin, 2003).

Di Indonesia pupuk organik sudah lama dikenal petani diantaranya adalah pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam, fungsi dari pupuk organik membantu menjaga kelembaban tanah dan mengurangi tekanan atau tegangan struktur tanah pada akar-akar tanaman, diantaranya adalah pupuk organik dari pupuk kandang sapi dan pupuk kandang dari pupuk kandang ayam (Brady, 1974). Pupuk kandang sapi adalah salah satu sumber hara pada tanaman. Di Amerika 73% dari kotoran ternak yang dihasilkan dalam kandang (157 ton) diberikan dalam tanah sebagai pupuk, total N, P, dan K masing –masing sebesar 0,787; 0,572; dan 1,093 ton diberikan setiap tahun yang setara dengan 8,21, 0,572% kebutuhan pupuk setiap tahun sebagai pupuk komersial (Scholes, 1994).

Sedangkan pupuk kandang ayam memiliki kandungan unsur hara N yang relatif tinggi, unsur N dalam kotoran ayam bisa diserap tumbuhan secara langsung sehingga relatif tidak perlu proses dekomposisi terlebih dahulu (Balittanah, 2006). Berdasarkan penelitian biomasa serasah (pupuk organik dari serasah jerami karet) pada permukaan tanah berbagai sistem penggunaan lahan berbasis pohon di Jambi, kebun karet muda (5 th) memberikan sumbangan serasah total 3,94 ton perhektar pertahun, sedangkan agroforest karet (20 th) sumbangan serasahnya sebesar 2,54 ton perhektar pertahun (Wasrin, 1997).

Serasah daun karet adalah daun-daun kering yang merupakan bahan pengisi tambahan yang ditambahkan dalam media pengisi biofilter yang berfungsi untuk meningkatkan porositas pada campuran bahan pengisi, Pemberian serasah daun karet dalam pengisi, yaitu sebagai bahan pengisi tambahan untuk memperkaya kandungan organik dalam media (Liang *et al*, 2000). Serasah daun karet mengandung sedikit air tetapi memiliki banyak karbo dan nitrogen (Djaja, 2008).

Peran rhizobakteria dalam pupuk organik adalah sebagai dekomposer, dimana unsur hara lebih cepat tersedia bagi tanaman. Rhizobakteria yang terdapat dalam pupuk organik dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman yang diketahui mampu menghasilkan hormon tumbuh seperti *IAA*, yang berperan penting bagi tanaman. Hormon tumbuh ini berperan dalam merangsang pembentukan akar baru, memacu pertumbuhan tanaman, berpengaruh pada pemanjangan batang (Santoso dan Nursandi, 2004).

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan pemberian rhizobakteria dan pupuk organik sebagai agen pemacu pertumbuhan akar tanaman karet sehingga diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet. Untuk melihat bagaimana pengaruh pemberian rhizobakteria dan pupuk organik maka penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Hasil Isolasi Rhizobakteria Beberapa Jenis Bakteri Indigenus Dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)”**.

B. Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan jenis bakteri indigenus hasil isolasi rhizobakteria dan pupuk organik terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).
2. Untuk memperoleh jenis bakteri indigenus hasil isolasi rhizobakteria terbaik bagi pertumbuhan bibit tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).
3. Untuk memperoleh jenis pupuk organik yang tepat bagi pertumbuhan bibit tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

C. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi petani, ilmuwan dan masyarakat, khususnya mereka yang akan melaksanakan budidaya pertanian (tanaman perkebunan) yang berwawasan lingkungan. Terkumpulnya informasi tentang pengaruh rhizobakteria dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman karet dan terkumpulnya informasi tentang pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr)

Tanaman karet diklasifikasikan sebagai berikut (Wasrin, 1997) :

Kingdom/ Philum	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub divisi	: Angiospermae (biji berada dalam buah)
Kelas	: Dicotyledone (biji berkeping dua)
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiales
Genus	: Hevea
Spesies	: <i>Hevea brasiliensis</i>

Tanaman karet adalah tanaman daerah tropis. Daerah yang cocok untuk tanaman karet adalah pada zone antara 15° LS dan 15° LU. Bila ditanam di luar zone tersebut pertumbuhannya lebih lambat dan awal berproduksi lebih lambat (Setyamidjaja, 1993).

Nama latin tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) berasal dari Brazil. Tanaman karet mulai dikenal di Indonesia sejak zaman penjajahan Belanda. Awalnya karet ditanam di Kebun Raya Bogor sebagai tanaman baru untuk dikoleksi. Selanjutnya karet dikembangkan menjadi tanaman perkebunan dan tersebar di beberapa daerah. Pada tahun 1864 perkebunan karet mulai diperkenalkan di Indonesia oleh Hofland di daerah Pamanukan dan Ciasem, Jawa Barat. Pertama kali jenis yang ditanam adalah *Ficus elastica* yaitu pada tahun 1902 di daerah Sumatera Timur (Anwar, 2006).

Luas lahan karet yang dimiliki Indonesia mencapai 2,7-3 juta hektar. Ini merupakan lahan karet yang terluas di dunia. Perkebunan karet yang besar banyak diusahakan oleh pemerintah serta swasta. Sedangkan perkebunan-perkebunan karet dalam skala kecil pada umumnya dimiliki oleh rakyat. Sayangnya, perkebunan karet rakyat tidak dikelola dengan baik. Setelah ditanam, karet dibiarkan tumbuh begitu saja, perawatannya kurang diperhatikan. Tanaman karet tua jarang yang diremajakan dengan klon baru. Itulah sebabnya produktivitas

perkebunan rakyat masih sangat rendah. Yang lebih memprihatinkan lagi adalah mutu karet olahan yang dihasilkan (Siregar, 2007).

Tanaman karet merupakan tanaman yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar yang tingginya mencapai 15-25 m. Morfologi tanaman karet antara lain, memiliki daun berwarna hijau, bunga (terdiri dari bunga jantan dan betina) yang terdapat malai payung, buah karet yang memiliki pembagian ruang yang jelas, dan biji karet yang terdapat dalam setiap ruang buah (Anwar, 2006).

Getah karet atau lateks sebagai bahan baku berbagai hasil karet, harus memiliki kualitas yang baik. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas lateks, diantaranya adalah (Setyamidjaja, 1993).

1. Faktor di kebun (jenis klon, sistem sadap, kebersihan pohon dan lain-lain)
2. Iklim (musim hujan mendorong terjadinya prakoagulasi, musim kemarau dan keadaan lateks tidak stabil)
3. Alat-alat yang digunakan dalam pengumpulan dan pengangkutan (yang baik terbuat dari aluminium atau baja tahan karat)
4. Pengangkutan (jarak dan jangka waktu)
5. Kualitas air dalam pengolahan
6. Bahan-bahan kimia yang digunakan
7. Komposisi lateks.

B. Bakteri Akar Sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

Rhizobakteria pemacu tumbuh tanaman (*RPTT*) atau populer disebut *plant growth promoting rhizobacteria* (*PGPR*) adalah kelompok bakteri menguntungkan yang agresif “menduduki” (mengkolonisasi) rizosfir (lapisan tanah tipis antara 1-2 mm disekitar zona perakaran). Aktivitas *RPTT* memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pengaruh langsung *RPTT* didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan *RPTT* menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan

berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan *siderophore* (Kloepper, 1991 ; Kloepper, 1993 ; Glick, 1995).

Wall (2006) pada workshop *RPTT* kelima tahun 2000 di Argentina mengusulkan perluasan spektrum *RPTT* menjadi *PGPRM* (*plant growth promoting rhizospheric microorganisms*) karena beberapa jenis jamur (fungi) seperti *Trichoderma* dan *Aspergillus* yang diisolasi dari rizosfir juga memiliki peran dan pengaruh yang sama dalam memacu pertumbuhan tanaman. Namun pada workshop keenam tahun 2003 di India dan workshop ketujuh tahun 2006 di Belanda, istilah *PGPR* masih tetap digunakan. Berdasarkan defenisi, rizobakteria adalah kelompok bakteri rizosfir yang memiliki kemampuan mengkolonisasi rizosfir secara agresif, dan rizobakteri yang memberi keuntungan bagi tanaman dikenal dengan *PGPR* atau *RPTT* (Kloepper dan Schroth, 1978; Schroth dan Hancock, 1982).

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai *RPTT*. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa beberapa dari genus *Serratia* (Kloepper, 1993). Selain kedua genus tersebut, dilaporkan antara lain dari genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia* dan *Bacillus* (Glick, 1995). Meskipun sebagian besar *Bacillus* (gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar, beberapa strain tertentu dari genus ini ada yang mampu melakukannya, sehingga bisa digolongkan sebagai *RPTT* kemajuan nyata yang diperoleh dari penelitian pemanfaatan *RPTT* bagi tanaman telah meningkatkan antusias peneliti untuk mempopulerkan *RPTT* sebagai agen penting dalam system produksi pertanian yang ramah lingkungan, karena penggunaan *RPTT* akan mengurangi pemakaian senyawa, kimia sintetis berlebihan, baik dalam penyediaan hara tanaman (*biofertilizers*) maupun dalam pengendalian patogen tular tanah (*bioprotectants*) (Tenuta, 2006).

Saat ini, beberapa produk *RPTT* sudah dikomersialkan. Di Indonesia, berbagai jenis bakteri yang termasuk dalam kategori *RPTT* banyak dijumpai dalam kandungan berbagai jenis/ merek pupuk hayati majemuk komersial (pupuk hayati majemuk yang mengandung lebih dari satu jenis/ strain mikroba). Diantaranya adalah bakteri penambat Nitrogen (N) hidup bebas dan bakteri

pelarut Pospat (P) yang juga mampu menghasilkan hormon pertumbuhan. Keterbatasan penggunaan beberapa produk *RPTT* secara umum masih terkait dengan belum konsistennya keefektifan *RPTT* di lapangan (Nelson, 2004).

Secara umum, fungsi *RPTT* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori, yaitu : (i) sebagai pemacu/ perangsang pertumbuhan (*biostimulants*) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (*fotohormon*) seperti *asam indol asetat (AIA)*, giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar; (ii) sebagai penyedia hara (*biofertilizer*) dengan menambat N_2 dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah; dan (iii) sebagai pengendali patogen berasal dari tanah (*bioprotectans*) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti siderophore, β -1,3-*glukanase*, *kitinase*, antibiotik, dan sianida (Tenuta, 2006; Cattelan *et al.*, 1999; Kloepper, 1993).

Tiap tanaman mengeluarkan eksudat akar dengan komposisi yang berbeda-beda sehingga berperan juga sebagai penyeleksi mikroba; pengaruhnya bisa meningkatkan perkembangan mikroba tertentu dan menghambat perkembangan mikroba lain (Chan, 1963; Rovira, 1965; Grayston, 1998). Semakin banyak eksudasi akar, akan semakin besar jumlah dan keragaman mikroba. Kondisi ini akan meningkatkan persaingan dalam proses kolonisasi rizosfir. Rhizobakteri merupakan mikroba kompetitor yang paling efisien yang mampu menggeser kedudukan mikroba pribumi (*native*) di lingkungan rizosfir sampai pada masa pertengahan umur tanaman (Kloepper dan Schroth, 1981).

Kompleksitas mekanisme *RPTT* memacu pertumbuhan tanaman banyak dilaporkan. Pada awalnya para ahli percaya bahwa peningkatan pertumbuhan tanaman yang diinokulasi dengan *Azotobacter* dan *Azospirillum* disebabkan semata-mata oleh sumbangan nitrogen hasil penambatan N_2 . Namun kemudian diketahui bahwa ternyata ada faktor lain yang turut berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman, yakni hormon *AIA (asam indol asetat)* yang dihasilkan bakteri tersebut (Kennedy, 1998).

C. Pembibitan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr)

Berdasarkan bentuknya, bibit tanaman karet dapat dibedakan menjadi tiga, sebagai berikut (Ansori, 2005) :

1. Bibit sebagai batang bawah
2. Mata entres yang diambil dari kebun entres atau kayu okulasi berupa klon-klon karet unggul
3. Bibit okulasi merupakan hasil penggabungan dari dua bentuk bibit diatas, berupa stum mata tidur atau bibit polybag. Bibit stum mata tidur merupakan bibit okulasi yang matanya belum bertunas.

Bibit batang bawah untuk okulasi sudah mencapai diameter batang tertentu untuk diokulasi hijau atau coklat. Berasal dari kebun kayu okulasi (kebun entres) yang sudah dimurnikan, terawat baik dan sehat. Stum mata tidur, akar tunggang lurus, tidak bercabang, mempunyai akar lateral 5-10 cm dan panjang akarnya 35cm. Umur stum tidak lebih dari 12 bulan. Bahan tanam dalam polybag, tinggi daun payung pertama diukur dari sambungan bibit okulasi sampai titik tumbuh >25 cm dan diameter minimal 8 mm diukur pada ketinggian 10 cm dari sambungan bibit okulasi. Daun hijau segar dan sehat. Bibit ditanam sedemikian rupa sehingga akar tunggang lurus masuk ke dalam tanah. Jika bibit berasal dari okulasi, bibit dan plastiknya dimasukkan ke dalam lubang tanah dan dibiarkan 2-3 minggu. Setelah itu kantong plastik dibuka dan tanah galian dimasukkan kembali ke lubang tanam (Burhendhy, 1992).

Bibit stum mata tidur karet diperoleh dari bibit okulasi yang tumbuh di pembibitan selama kurang dari 2 bulan setelah pemotongan. Bibit yang terbentuk berakar tunggang satu. Agar penyerapan unsur hara lebih optimal, sebelum penanaman dilakukan pemotongan akar tunggang hingga 35 cm dan akar lateralnya hanya 5 cm. Bibit stum mata tidur merupakan bibit yang mata tunasnya belum tumbuh (Setiawan dan Andoko, 2000).

Menurut Kuswanhadi (1990) bibit dalam polybag lebih sering digunakan karena memiliki keuntungan seperti pertumbuhan tanaman dilapangan dapat lebih awal, relatif lebih mudah penanganannya, resiko kerusakan selama pengangkutan dapat diperkecil dan bibit yang berasal dari polybag pertumbuhannya lebih seragam.

D. Peranan Pupuk Organik Terhadap Tanah dan Tanaman

Pupuk organik yang ditambahkan kedalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Penambahan bahan organik di samping sebagai sumber hara bagi tanaman, juga sebagai sumber energi dan hara bagi mikroba (Amypalupy, 2003).

Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti:

1. Penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur) dan mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi, meskipun jumlahnya relatif sedikit.
2. Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah.
3. Membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti aluminium, besi, dan mangan (Arif, 2007).

Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan (Burhanudin, 1999).

Penggunaan pupuk organik mempunyai banyak manfaat apabila diaplikasikan dalam pemupukan lahan tanaman pertanian. Adapun penekanan pemakaian pupuk organik secara kontinyu dan berkesinambungan akan memberikan keuntungan dan manfaat dalam pemakaian jangka panjang (Hardjowigmo, 1992).

Menurut Wasrin (2007), pupuk organik berperan :

1. Memobilisasi atau menjembatani hara yang sudah ada ditanah sehingga mampu membentuk partikel ion yang mudah diserap oleh akar tanaman.
2. Pelepasan hara tanah secara perlahan dan kontinu sehingga dapat membantu dan mencegah terjadinya ledakan suplai hara yang dapat membuat tanaman menjadi keracunan.

3. Membantu menjaga kelembaban tanah dan mengurangi tekanan atau tegangan struktur tanah pada akar-akar tanaman.
4. Meningkatkan struktur tanah dalam arti komposisi partikel yang berada dalam tanah lebih stabil dan cenderung meningkat karena struktur tanah sangat berperan dalam pergerakan air dan partikel udara dalam tanah, aktifitas mikroorganisme menguntungkan, pertumbuhan akar, dan kecambah biji.
5. Membantu mencegah terjadinya erosi lapisan atas tanah yang merupakan lapisan mengandung banyak hara.
6. Berperan penting dalam merawat/ menjaga tingkat kesuburan tanah yang sudah dalam keadaan berlebihan pemupukan dengan pupuk anorganik/ kimia dalam tanah.
7. Berperan positif dalam menjaga kehilangan secara luas hara Nitrogen dan Fosfor terlarut dalam tanah.

Keberadaan pupuk organik yang tersedia secara melimpah dan mudah didapatkan. Namun demikian, perlu juga disadari bahwa keuntungan dan manfaat dalam pemakaian murni dengan pupuk anorganik/ buatan/ kimia. Fungsi kimia yang penting seperti penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur) dan mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi, meskipun jumlahnya relative sedikit. Unsur hara makro dan mikro tersebut sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, terutama bagi pencinta tanaman hias. Banyak para pelaku hobi dan pencinta tanaman hias bertanya tentang komposisi kandungan pupuk dan prosentase kandungan nitrogen, fosfor dan kalium yang tepat untuk tanaman yang bibit, remaja, atau dewasa/ indukan (Arif, 2007).

Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap struktur tanah sangat berkaitan dengan tekstur tanah yang diperlakukan. Pada tanah lempung yang berat, terjadi perubahan struktur gumpal kasar dan kuat menjadi struktur yang lebih halus dan tidak kasar, dengan derajat struktur

sedang hingga kuat, sehingga lebih mudah untuk diolah. Komponen organik seperti asam humat dan asam fulvat dalam hal ini berperan sebagai sementasi partikel lempung dengan membentuk kompleks lempung-logam-humus (Stevenson,1982).

D.1 Kompos

Kompos merupakan bahan organik yang mempunyai keragaman dan kelimpahan mikro organisme yang tinggi, mempunyai kapasitas penyangga air yang tinggi serta pH yang netral. Bahan kompos mempunyai tahanan terhadap penurunan permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan gambut. Kompos juga cepat memadat, maka untuk memperbesar pori media dapat ditambahkan bahan tambahan lain (Devinny *et al.* 2004).

Kompos merupakan bahan organik yang berfungsi sebagai pupuk yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah karena tanah menjadi remah dan mikroba-mikroba tanah yang bermanfaat dapat hidup dengan subur (Wudianto, 2001).

Menurut Cosico (2003) pengomposan berarti suatu proses yang dapat mengakibatkan suatu campuran bahan-bahan organik akan terurai menjadi produk akhir (kompos) yang stabil di bawah kondisi yang optimum. Kompos tersebut dapat dipergunakan sebagai pupuk dan penyubur tanah.

Harada *et al.* (2004), menyatakan bahwa bahan organik yang dikomposkan dan akan digunakan untuk tanah pertanian sebaiknya terdekomposisi dengan baik dan tidak menimbulkan berbagai efek yang merugikan terhadap pertumbuhan tanaman. Kompos dicirikan oleh sifat-sifat berikut :

1. Berwarna coklat tua sampai hitam
2. Tidak larut dalam air meskipun sebagian dari kompos dapat membentuk suspensi

3. Sangat larut dalam pelarut alkali, natrium pirofosfat, atau larutan amoniak oksalat menghasilkan ekstrak berwarna gelap dan dapat difraksinasi lebih lanjut menjadi humic, fulvic, dan humin
4. Nisbah C/N berkisar antara 10–20 (tergantung bahan baku dan derajat humidifikasi)
5. Memiliki kapasitas pemindahan kation dan absorpsi air yang tinggi
6. Jika digunakan pada tanah, kompos memberikan efek-efek menguntungkan bagi tanah dan pertumbuhan tanaman. Nilai pupuknya ditentukan oleh N, P, K, Ca, dan Mg.
7. Tidak berbau
8. Secara biokimiawi tidak stabil tetapi komposisinya berubah karena aktifitas mikroba, sepanjang kondisi lingkungannya sesuai (seperti suhu dan kelembaban), yang akan dioksidasi menjadi garam-garam anorganik, karbon dioksida, dan air.

Bahan organik tanah merupakan fraksi organik tanah yang berasal dari biomassa tanah dan biomassa luar tanah. Sumbangan biomassa tanah dan tinggalannya yang telah mati, mula-mula berupa serasah yang kemudian secara berangsur digabungkan dengan tanah. Penggabungan dilakukan secara fisik oleh fauna tanah, khususnya makro fauna, atas serasah yang banyak sedikit masih utuh, oleh air resapan infiltrasi yang membawa masuk hasil dekomposisi serasah terlarut dan kolodial, serta gerakan kembang kerut tanah yang menarik masuk serasah dan dekomposisinya (Notohadiprawiro, 2001).

Serasah adalah daun-daun kering yang merupakan bahan pengisi tambahan yang ditambahkan dalam media pengisi biofilter yang berfungsi untuk meningkatkan porositas pada campuran bahan pengisi (Sun *et al.* 2000). Pemberian serasah daun karet dalam bahan pengisi, yaitu sebagai bahan pengisi tambahan untuk memperkaya kandungan organik dalam media (Liang *et al.*, 2000). Serasah daun karet mengandung sedikit air tetapi memiliki banyak karbon dan nitrogen (Djaja 2008).

D.2 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang sapi merupakan campuran kotoran padat, air kencing, dan sisa makanan (tanaman). Dengan demikian susunan kimianya tergantung dari: (1) jenis ternak, (2) umur dan keadaan hewan, (3) sifat dan jumlah amparan, dan (4) cara penyimpanan pupuk sebelum dipakai. Hewan hanya menggunakan setengah dari bahan organik yang dimakan, dan selebihnya dikeluarkan sebagai kotoran. Sebagian dari padatan yang terdapat dalam pupuk kandang sapi terdiri dari senyawa organik serupa dengan bahan makanannya, antara lain selulosa, pati dan gula, hemiselulosa dan lignin seperti yang kita jumpai dalam humus ligno-protein. Penyusun pupuk kandang sapi yang paling penting adalah komponen hidup, organisme tanah, pada sapi perah seperempat hingga setengah bagian kotoran hewan merupakan jaringan mikrobial (Brady, 1990).

Sejak peradaban paling awal, pupuk kandang sapi dianggap sebagai sumber hara utama. Di Amerika 73 % dari kotoran ternak yang dihasilkan dalam kandang (157 juta ton) diberikan dalam tanah sebagai pupuk. Taksiran total N, P, dan K masing-masing sebesar 0,787; 0,572; dan 1,093 juta ton diberikan setiap tahun, yang setara dengan 8, 21, 0,572 % kebutuhan pupuk setiap tahun sebagai pupuk komersial (Scholes, 1994).

Pupuk kandang sapi memiliki kandungan serat yang tinggi. Serat atau selulosa merupakan senyawa rantai karbon yang akan mengalami proses dekomposisi lebih lanjut. Proses dekomposisi senyawa tersebut memerlukan unsur N yang terdapat dalam kotoran. Sehingga kotoran sapi tidak dianjurkan untuk diaplikasikan dalam bentuk segar, perlu pematangan atau pengomposan terlebih dahulu. Apabila pupuk diaplikasikan tanpa pengomposan, akan terjadi perebutan unsur N antara tanaman dengan proses dekomposisi kotoran (Sudarkoco, 1992).

Pupuk kotoran sapi merupakan bahan organik yang secara spesifik berperan dalam meningkatkan ketersediaan fosfor dan unsur-unsur mikro mengurangi pengaruh buruk dari aluminium, menyediakan karbon dioksida pada kanopi tanaman terutama pada tanaman dengan kanopi lebat dimana sirkulasi udara terbatas. Pupuk kotoran sapi banyak mengandung hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S dan Bo (Brady, 1974).

Pupuk kandang sapi telah mengalami proses praperombakkan di dalam rumen (perutbesar). Chesson (1997) menjelaskan, di dalam rumen proses perombakan bahan organik dapat berlangsung secara efisien karena mikrobia dapat bekerja secara optimal. Hal ini ditunjang oleh rumen merupakan habitat yang ideal bagi berlangsungnya perombakan, antara lain karena: (1) keadaan yang selalu terkontrol, (2) tidak terdapat faktor pembatas dalam suplai hara N dan P, (3) keadaan anaerob penuh, (4) jumlah dan macam mikroorganisme yang adaptif dalam rumen tinggi, (5) tersedia cukup air (aqueous) pada lingkungan rumen, dan (6) banyak bahan hijauan yang termakan. Laju perombakan dalam rumen lebih cepat dibanding di tanah, waktu yang diperlukan untuk merombak dinding sel dalam rumen hanya sehari, namun bila di tanah perlu waktu mingguan (Brady, 1990).

D.3 Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang ayam memiliki kandungan unsur hara N yang relatif tinggi dibanding pupuk kandang jenis lain. Unsur N dalam kotoran ayam bisa diserap tumbuhan secara langsung, sehingga relatif tidak perlu proses dekomposisi terlebih dahulu (Balittanah, 2006).

Pupuk kandang ayam biasanya diambil dalam bentuk campuran dengan sekam padi, terutama untuk kotoran ayam pedaging (*broiler*). Sekam padi digunakan para peternak ayam sebagai alas kandang. Ketika kandang dibersihkan kotoran akan bercampur dengan sekam tersebut. Sekam padi ikut memperkaya zat hara terutama untuk unsur K. Kotoran ayam broiler juga mengandung unsur P yang lebih tinggi (Soejono, 2001).

Terbukti penambahan pupuk kandang ayam mampu meningkatkan pori memegang air sebesar 4,73 % (dari 69,8 % menjadi 73,1 %) (Tejasuwarna, 1999).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada bulan April sampai Agustus 2015 (Lampiran 2).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kantong plastik volume 1kg, sampel tanah perakaran tanaman karet, aluminium foil, aquades steril, kertas stensil, media *nutrient agar* (NA), media *nutrient broth* (NB), larutan *McFarland*, KOH 3%, Alkohol 70%, kentang, Rizobakteria, bibit karet klon PB 260 yang berumur 1 bulan, tanah steril, kompos daun karet, pupuk kandang sapi, pupuk kandang ayam dan polibag ukuran 20 x 40 cm.

Alat yang digunakan adalah sekop kecil, pisau, petridish kaca, gelas piala, gelas ukur, lumpang porselen dan mortar, *magnetic stirrer*, *hot plate*, Erlenmeyer, jarum ose, tabung reaksi, rak tabung reaksi, timbangan digital, pipet tetes, lampu Bunsen, jarum suntik, *laminar airflow cabinet*, *autoclave*, oven, batang pengaduk, *shaker*, pipet tetes, jangka sorong, mistar, meteran, *hand sprayer*, cangkul, timbangan analitik, *vortex*, kamera digital dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor pertama adalah beberapa jenis bakteri indigenus hasil isolasi yang terdiri dari 5 jenis Rhizobakteria (RB) dan faktor kedua pupuk organik yang terdiri dari 3 jenis. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 45 unit percobaan. Masing-masing unit terdiri dari 3 tanaman. Sehingga total tanaman pada penelitian adalah 135 tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam, jika berbeda nyata (F hitung lebih besar dari F tabel 5%), maka dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple

Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Denah penempatan unit percobaan dapat dilihat pada Lampiran 3.

Faktor pertama adalah jenis bakteri indigenus hasil isolat Rhizobakteria (RB) :

Tanpa Rhizobakteria	= A0
Isolat RZ _{1,1} GT ₀₁	= A1
Isolat RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	= A2
Isolat RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	= A3
Isolat RZ _{1,4} PB ₂₆₀	= A4

Faktor kedua adalah jenis pupuk organik :

Kompos daun karet	= B1
Pupuk kandang sapi	= B2
Pupuk kandang ayam	= B3

Dasar dari penamaan bakteri hasil isolasi diatas adalah RZ yang merupakan singkatan dari Rhizobakteria, angka setelah RZ yaitu peremajaan rhizobakteria yang berhasil memperoleh isolat murni maka diberi label dengan angka dan terakhir ditambahkan nama klon karet tempat sampel tanah diambil untuk pembuatan rhizobakteria.

D. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama adalah pengisolasian rhizobakteria yang diambil dari tanaman karet dan tahap kedua adalah pengaplikasian rhizobakteria hasil isolasi ke bibit karet.

1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dan akar tanaman karet dilakukan pada areal perkebunan karet secara acak pada lima titik sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil tanah dan akar pohon yang terlihat sehat, menurut (Sudarsono, 2012) bahwa tanaman karet yang sehat diduga pada rhizosfernya mengandung bakteri yang bersifat saprofit (menguntungkan) sehingga tanaman menjadi sehat, selain itu tanaman juga tidak terserang hama dan penyakit seperti jamur akar putih (JAP). Alat yang digunakan untuk

pengambilan sampel adalah cangkul dan sekop kecil, perakaran sekitar permukaan dicangkul kemudian dipotong beberapa akarnya dan diambil tanah dengan kedalaman 10 cm, lalu dimasukkan kedalam kantong plastik ukuran 0,5 kg dan diberi label, antara lain yang perlu ditulis adalah nama klon dan nomor sampel kemudian disimpan diruangan AC pada suhu 25°C.

2. Isolasi Rhizobakteria dari Perakaran Tanaman Karet

Sampel tanah ditimbang sebanyak satu gram, lalu dimasukkan dalam *testube* yang berisi 10 ml aquadest steril, selanjutnya dilarutkan sampai homogen menggunakan vortex. Suspensi ini digunakan sebagai pengenceran awal (10^{-1}). Kemudian dari pengenceran awal diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke *testube* yang berisi 9 ml aquades steril, lalu dihomogenkan dengan vortex. Suspensi ini disebut pengenceran kedua (10^{-2}). Pengenceran dilakukan sampai 10^{-5} .

Dari dua pengenceran terakhir yaitu 10^{-4} dan 10^{-5} akan diisolasi dengan cara mengambil 0,1 ml pengenceran 10^{-4} lalu dimasukkan ke dalam *testube* yang telah berisi media NA cair kemudian dihomogenkan dan dituangkan ke dalam petri kaca steril, diselotip bagian pinggir petri, diberi label dan didinginkan. Petri dibalikkan dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Demikian juga diperlakukan pada pengenceran 10^{-5} . Koloni yang tumbuh dan membentuk zona bening merupakan isolat bakteri. Isolat yang akan diambil untuk diperbanyak adalah yang pertumbuhannya dominan dalam petri. Lalu isolate tersebut ditumbuhkan lagi (diremajakan) pada media yang baru dengan metode gores, dan begitu seterusnya sampai diperoleh isolat bakteri yang murni.

Koloni bakteri yang terpilih dimurnikan pada media yang sama dengan metode gores dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni tunggal bakteri dipindahkan secara aseptik ke dalam *microtube* yang telah berisi 1 ml aquades steril dan disimpan di dalam *refrigerator*. Semua biakan murni bakteri yang diperoleh dibuat kultur stok untuk digunakan pada kegiatan ini akan dipergunakan pada perlakuan penelitian selanjutnya.

3. Karakterisasi Isolat Rhizobakteria

a. Karakterisasi Morfologi Rhizobakteria

Karakterisasi morfologis rhizobakteria dilakukan setelah masa inkubasi 24-48 jam. Karakter morfologis yang diamati adalah bentuk koloni, elevasi koloni, tepi koloni, ukuran dan warna.

b. Karakterisasi Fisiologi Rhizobakteria

i. Uji Gram

Pengujian gram bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri bersifat gram positif atau negative. Satu tetes larutan KOH 3% diletakkan di atas kaca objek menggunakan pipet tetes kemudian diambil 1 ose biakan murni rhizobakteria dan dicampurkan dengan larutan tersebut. Apabila bakteri tersebut lengket atau terangkat maka bakteri tersebut bereaksi positif dan termasuk gram negative dan jika tidak lengket maka tergolong dalam gram positif reaksi negative (Lelliot dan Stead, 1987).

ii. Uji Pektinase

Uji pektinase menggunakan metode Klement *et al* (1990), yaitu kentang dipotong dengan ukuran 1x1 cm, kemudian permukaannya disterilisasi dengan aquades, alcohol 70%, lalu dibilas dengan aquades. Irisan kentang diletakkan di dalam cawan petri yang dilapisi kertas saring lembab lalu permukaan irisan kentang tersebut diinokulasi dengan 1 ml suspensi rhizobakteria dengan mikro pipet, lalu diinkubasi. Setelah 2x24 jam inkubasi terjadi pembusukan dan perubahan warna kentang tersebut menjadi coklat dan hitam, bakteri ini dikategorikan sebagai bakteri yang memproduksi enzim pektinase.

iii. Uji Hipersensitif (HR)

Uji hipersensitif (HR) dilakukan menggunakan metode Klement *et al.* (1990). Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri yang tergolong pathogen. Uji ini menggunakan tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), suspensi rhizobakteria indigenus dengan kepadatan populasi 10^8 sel/ml diinfiltrasi

secara interselluler pada jaringan permukaan bawah daun sampai jenuh. Daun yang telah diinfiltrasikan kemudian dibungkus dengan kantong plastik yang telah dilubangi dan diambil setelah 2 x 24 jam. Jika isolat rhizobakteri menunjukkan reaksi positif, maka isolat diseleksi dan tidak digunakan untuk uji selanjutnya. Tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) yang dijadikan sebagai bahan uji HR, karena tanaman bunga pukul empat merupakan tanaman yang memiliki daun dengan permukaan bawah daun yang halus sehingga apabila larutan disuntikkan/diinfiltrasikan pada daun akan memperlihatkan reaksi yang jelas, isolat bakteri yang dianggap hipersensitif (reaksi positif) adalah yang memperlihatkan gejala daun yang bercak/ nekrotik ataupun bentuk pertumbuhan abnormal pada daun tanaman.

4. Persiapan Bahan Tanam

a. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan untuk pembibitan tanaman karet harus disterilkan terlebih dahulu di Laboratorium, campuran tersebut adalah tanah dan pupuk organik dengan perbandingan 2:1 (Yanti *et al*, 2013). Bahan tersebut disterilkan dengan cara mencampurkannya dan dibungkus dengan plastik kaca lalu dimasukkan ke dalam dandang, kemudian disterilisasi selama 1 jam pada suhu 100°C. Setelah itu bahan yang telah disterilisasi didinginkan dengan cara membiarkannya selama 1 hari, kemudian dimasukkan ke dalam polibag berukuran 20 x 40 cm yang berisi 3 kg (Damanik *et al*, 2010), yang digunakan ada tiga perlakuan yaitu campuran tanah dengan kompos daun karet, campuran tanah dengan pupuk kandang sapi dan campuran tanah dengan pupuk kandang ayam. Kebutuhan tanah dan pupuk organik untuk satu polibag adalah 2 : 1, jadi berat per polibag adalah 3 kg (tanah 2 kg/ polibag : pupuk organik 1 kg/ polibag). Setelah media tanam sudah disiapkan lalu polibag disusun pada areal pembibitan yang sudah dibersihkan dari gulma.

b. Persiapan bibit

Bibit tanaman karet yang digunakan adalah bibit sebagai batang bawah yaitu klon PB 260 berumur 1 bulan yang diperoleh dari sentra pembibitan di Dharmasraya.

5. Pemberian Perlakuan Rhizobakteria (Rb) dan Penanaman Bibit

Tahapan awal kegiatan adalah pembuatan formulasi Rb, dilakukan dengan pembuatan *preculture* dan *mainculture*. Untuk *preculture*, satu koloni rhizobakteria dimasukkan ke dalam 25 ml medium *nutrient browth* (NB) dalam botol kultur (vol. 250 ml) dan diinkubasi pada *rotary shaker* horizontal selama 24 jam. Selanjutnya 1 ml hasil *preculture* dipindahkan ke dalam 150 ml NB dalam labu Erlenmeyer (vol. 250 ml) untuk *mainculture* dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 2 x 24 jam dengan kecepatan 150 rpm (Yanti, 2013).

Bibit yang sudah disiapkan diberi perlakuan sesuai dengan isolat Rb perlakuannya yaitu isolat RZ1.1GT01, isolat RZ1.2IRR112, isolat RZ1.2IRR118 dan isolat RZ1.4PB260 dengan cara merendam bagian leher akar sampai ujung akar bibit selama 15 menit (Yanti, 2013). Lalu bibit ditanam dalam polibag yang sudah berisi media sesuai dengan perlakuan bahan organik. Kemudian polibag disusun sesuai dengan denah penempatannya (Lampiran 3).

6. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan meliputi penyiraman dua kali sehari pada pagi dan sore hari kecuali pada saat hujan. Kemudian penyiangan gulma dilakukan secara mekanis, yaitu dengan mencabut gulma sampai ke akar, dilakukan setiap minggu.

E. Pengamatan

1. Pengamatan Dasar Dilakukan Sebelum Bibit Diberi Perlakuan

a. Tinggi Bibit

Pengamatan dasar tinggi bibit dilakukan dengan mengukur tinggi bibit dari tiang standar sampai titik tumbuh, tinggi tiang standar yaitu 5 cm dari permukaan tanah. Setelah diukur didapatkan data awal, data awal digunakan sebagai dasar untuk menentukan pertambahan tinggi bibit setiap minggu.

b. Diameter Batang

Pengamatan dasar diameter batang tanaman karet dilakukan dengan mengukur pangkal batang menggunakan jangka sorong. Setelah diukur didapatkan data awal, data awal digunakan sebagai dasar untuk menentukan pertambahan diameter batang setiap minggu.

c. Panjang Akar Primer

Pengamatan dasar panjang akar primer tanaman karet dilakukan dengan mengukur panjang akar primer dari leher akar sampai ujung akar dengan menggunakan mistar. Setelah diukur didapatkan data awal digunakan sebagai dasar untuk menentukan pertambahan panjang akar primer setiap minggu.

2. Pengamatan Perlakuan

a. Tinggi Bibit (cm)

Tinggi bibit tanaman karet diukur dari tiang standar sampai titik tumbuh, tinggi tiang standar yaitu 5 cm. Diukur sekali 2 minggu dimulai 2 minggu setelah diberi perlakuan dengan rhizobakteria dan pupuk organik sampai berumur 16 minggu. Data yang diperoleh dari pengamatan mingguan akan dilihat berapa pertambahannya. Data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan data pengamatan terakhir ditampilkan dalam bentuk tabel.

b. Diameter Batang (cm)

Diameter batang diukur dari pangkal batang dengan menggunakan jangka sorong. Diameter batang tanaman karet ini diukur sekali 2 minggu mulai dari 2 minggu setelah bibit tanaman karet diberi perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik sampai berumur 16 minggu. Adapun tujuan dari pengukuran diameter batang tanaman karet adalah untuk melihat pertambahan ukuran batang tanaman karet. Data yang diperoleh dari pengamatan periodik akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan data pengamatan terakhir ditampilkan dalam bentuk tabel.

c. Lebar Kanopi Daun (cm)

Pengukuran lebar kanopi daun diukur sekali 2 minggu dimulai dari 2 minggu setelah bibit diberi perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik sampai 16 minggu, dengan cara mengambil bagian daun yang terpanjang kemudian diukur menggunakan meteran. Adapun tujuan dari pengukuran lebar kanopi daun adalah untuk melihat pertambahan lebar kanopi daun tanaman karet. Data yang diperoleh dari pengamatan periodik akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan data pengamatan terakhir ditampilkan dalam bentuk tabel.

d. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung sekali 2 minggu dimulai dari 2 minggu setelah bibit diberi perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik sampai berumur 16 minggu, daun yang dihitung adalah daun tanaman karet yang telah membuka dengan sempurna. Adapun tujuan dari menghitung jumlah daun adalah untuk melihat pertambahan jumlah daun tanaman karet. Data yang diperoleh dari pengamatan periodik akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan data pengamatan terakhir ditampilkan dalam bentuk tabel.

e. Panjang Akar Primer (cm)

Penghitungan pertambahan panjang akar primer dilakukan pada akhir pengamatan setelah diberi perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik yaitu pada minggu ke-16. Bibit yang dijadikan sampel dilakukan pembongkaran dan dibersihkan akarnya dengan hati-hati lalu akar primer diukur dengan menggunakan mistar dan diukur berapa pertambahan panjang akar primer tersebut. Data-data pengukuran yang telah didapatkan disajikan dalam bentuk tabel.

f. Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang (cm)

Pengamatan pertambahan panjang cabang akar primer terpanjang dilakukan pada akhir pengamatan setelah diberi perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik yaitu pada minggu ke-16. Bibit yang dijadikan sampel dilakukan pembongkaran dan dibersihkan akarnya dengan hati-hati.

Pengukuran panjang akar cabang primer terpanjang dilakukan dengan cara mengambil akar cabang terpanjang lalu diukur dengan menggunakan mistar. Data pengukuran yang telah didapatkan disajikan dalam bentuk tabel.

g. Bobot Segar Tanaman (gram)

Pengukuran bobot segar tanaman dengan acara mencuci dan membersihkan tanaman dari tanah dengan menggunakan air, lalu tanaman tersebut dikeringkan diatas kertas stensil lalu ditimbang berat segarnya dengan menggunakan timbangan analitik. Data yang telah didapat disajikan dalam bentuk tabel.

h. Bobot Kering Tanaman (gram)

Pengukuran bobot kering tanaman dengan cara membungkus tanaman dalam kantong kertas dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 70° C selama 48 jam. Tanaman ditimbang berat keringnya dengan menggunakan timbangan analitik. Data yang telah didapatkan disajikan dalam bentuk tabel.

i. Bobot Segar Akar (gram)

Pengukuran bobot segar akar dengan memotong akar pada leher akar kemudian akar dicuci dan dibersihkan dari tanah dengan menggunakan air, lalu akar tersebut dikeringkan diatas kertas stensil lalu ditimbang berat segarnya dengan menggunakan timbangan analitik. Data yang telah didapat disajikan dalam bentuk tabel.

j. Bobot Kering Akar (gram)


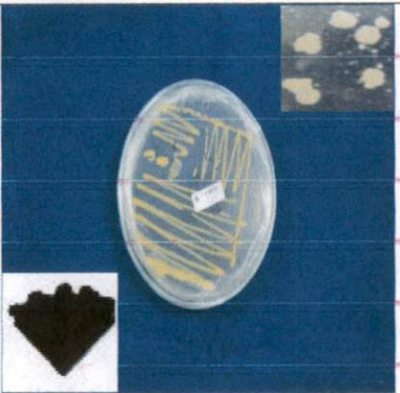
Pengukuran bobot kering akar dengan memotong akar pada leher akar kemudian dibungkus dalam kantong kertas dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 70° C selama 48 jam. Akar ditimbang berat keringnya dengan menggunakan timbangan analitik. Data yang telah didapatkan disajikan dalam bentuk tabel.


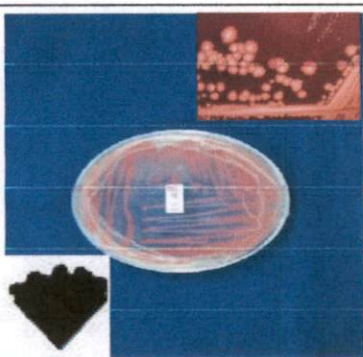
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Morfologi dan Fisiologi Koloni Rhizobakteria

Karakter morfologi hasil isolasi rhizobakteria dari perakaran tanaman karet dengan bentuk, warna dan ukuran yang beragam diperoleh sebanyak 4 isolat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter Morfologi Rhizobakteria dari Perakaran Tanaman Karet

NO	NAMA ISOLAT	GAMBAR	CIRI-CIRI
1.	RZ _{1,1} GT ₀₁		<ul style="list-style-type: none"> - Rhizoid - Bentuk koloni bergerigi (berserabut) tidak beraturan - Warnanya putih susu - Tepi koloni bergerigi tidak beraturan - Permukaan koloni basah - Ukuran koloni besar dan menyebar - Permukaan koloni cembung - Koloni bertebaran dipermukaan media (agak jarang) berserabut dan tidak beraturan
2.	RZ _{1,2} IRR ₁₁₂		<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk koloni bulat - Ukuran koloni besar - Warnanya kuning - Tepi koloni bergerigi tidak beraturan - Permukaan koloni datar - Permukaan koloni basah

3.	RZ _{1,2} IRR ₁₁₈		<ul style="list-style-type: none"> - Rhizoid - Bentuk koloni bergerigi (berserabut) tidak beraturan - Koloni rapat dan tidak beraturan - Warnanya krem (putih keruh) - Tepi koloni bergerigi dan tidak beraturan - Permukaan koloni kering - Ukuran koloni besar dan menyebar - Permukaan koloni datar
4.	RZ _{1,4} PB ₂₆₀		<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran koloni bulat besar - Berwarna merah - Tepi koloni bergerigi tidak beraturan - Permukaan koloni cembung - Permukaan koloni basah

Berdasarkan Tabel 1 bahwa ada 4 isolat yang diperoleh, dengan perbedaan masing-masing terletak pada ukuran, warna, tepi koloni, permukaan koloni dan bentuk koloni.

Warna koloni nya ada yang berwarna putih susu (isolat RZ_{1,1}GT₀₁), kuning (isolat RZ_{1,2}IRR₁₁₂), putih keruh (krem) isolat (RZ_{1,2}IRR₁₁₈) dan berwarna merah (isolat RZ_{1,4}PB₂₆₀). Sedangkan permukaan koloni ada yang cembung, datar dan basah. Bentuk koloni dari isolat rhizobakteria yang diperoleh ada yang rhizoid dan bulat besar.

Semua isolat yang diperoleh dilakukan uji patogenitas pada tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) (reaksi hipersensitif). Uji patogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah rhizobakteria yang didapat adalah pathogen atau tidak. Hasilnya reaksi negatif, tidak ada yang menunjukkan gejala nekrotik pada daun bunga pukul empat, artinya semua rhizobakteria yang diperoleh tidak berpotensi membawa

penyakit pada tanaman karet, dan diduga merupakan bakteri yang mendukung pertumbuhan tanaman baik sebagai agen biokontrol ataupun sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman dan sebagai *PGPR*.

Karakter fisiologis rhizobakteria yang diuji dengan uji gram dan uji pektinase dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakter Fisiologis Rhizobakteria dari Perakaran Tanaman Karet

Nama Isolat	Uji Gram	Uji Pektinase	Uji Hipersensitif
RZ _{1,1} GT ₀₁	+	-	-
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	+	-	-
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	+	-	-
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	+	-	-

Berdasarkan Tabel 2 tersebut bahwa semua isolat (RZ_{1,1}GT₀₁, RZ_{1,2}IRR₁₁₂, RZ_{1,2}IRR₁₁₈, RZ_{1,4}PB₂₆₀) yang didapat menunjukkan hasil uji gram, uji pektinase dan uji hipersensitif yang sama. Ini menunjukkan bahwa keempat isolate tersebut tidak bersifat patogen terhadap tanaman. Sehingga apabila diaplikasikan ketanaman yang sehat, tanaman tersebut tidak akan terserang penyakit.

Keempat isolat yang diperoleh adalah isolat yang berasal dari tanah perakaran tanaman karet pada daerah yang dijadikan sebagai tempat pengambilan bibit pada penelitian ini, dan akan diaplikasikan kembali kebibit tanaman karet yang berasal dari daerah pengambilan sampel tanah perakaran (isolat indigenus). Sesuai dengan pendapat Yanti (2013), bahwa isolat indigenus hasil penapisan ataupun isolasi rhizobakteria adalah yang memberikan pertumbuhan dominan terhadap bibit. Semua isolat hasil isolasi dari perakaran tanaman karet yang sehat tersebut, diberikan ke bibit tanaman karet di pembibitan. Maka akan terlihat pengaruh pemberian rhizobakteria terhadap bibit tanaman karet tersebut.

Isolat ini akan memberikan pengaruh dan interaksi yang berbeda terhadap tanaman karet yang diaplikasikan, ini tergantung pada faktor dalam dari tanaman

karet itu sendiri dan juga dipengaruhi oleh factor luar (kondisi lingkungan). Interaksi antara tanaman, mikroorganisme, pupuk organik dan tanah menurut Awais (2007) dapat berinteraksi didaerah perakaran tanaman secara baik dan efektif. Sehingga tanaman akan tumbuh dan berkembang baik.

B. Tinggi Bibit

Pengaruh interaksi antara perlakuan beberapa jenis rhizobakteria dan penggunaan pupuk organik sebagai media tanam berbeda tidak nyata terhadap tinggi bibit tanaman karet, demikian juga pada perlakuan jenis pupuk organik tidak mempengaruhi tinggi bibit tanaman karet. Tinggi bibit tanaman karet didominasi oleh pemberian beberapa jenis rhizobakteria, yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh perlakuan beberapa jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap bibit tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tinggi Bibit tanaman karet yang diberi perlakuan Rhizobakteria dan Pupuk Organik umur 16 MSI

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik			Rata-rata
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam	
	-----cm-----			
Tanpa Rb	10,82	14,80	10,75	12,12 b
RZ _{1,1} GT ₀₁	14,63	15,63	15,91	15,39 a
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	13,40	12,42	11,32	12,38 b
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	10,23	9,97	09,97	10,06 c
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	11,28	11,55	10,83	11,22 b c
Rata-rata	12,07	12,87	11,76	

KK = 16,52%

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5% dan angka-angka pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

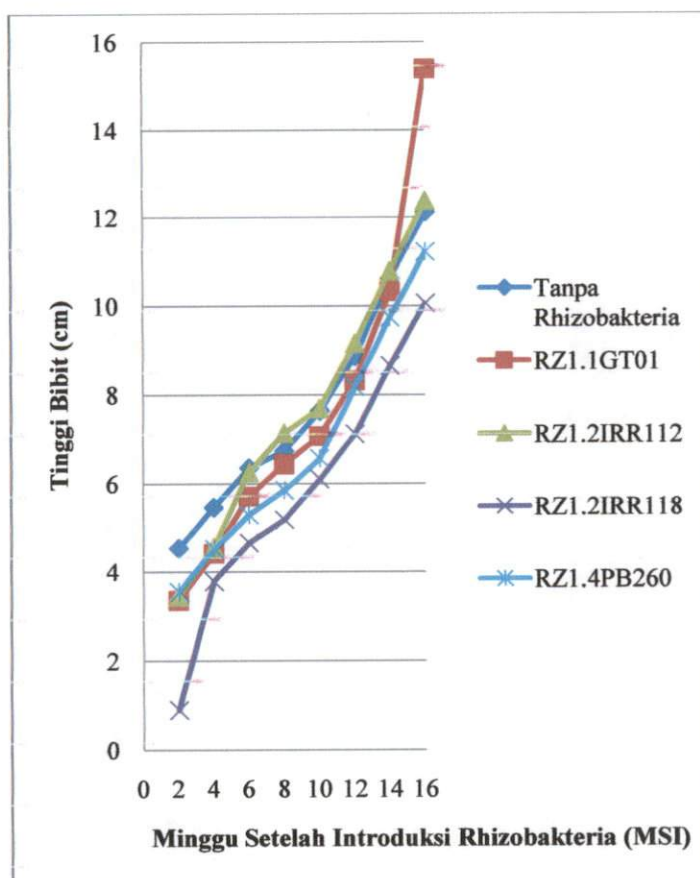
Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa pemberian rhizobakteria RZ_{1,1}GT₀₁ menghasilkan rata-rata tinggi bibit tanaman karet tertinggi yaitu 15,39 cm, berbeda nyata dengan pemberian rhizobakteria RZ_{1,2}IRR₁₁₂, RZ_{1,2}IRR₁₁₈, RZ_{1,4}PB₂₆₀ dan tanpa rhizobakteria yaitu berkisar antara 10,06 cm sampai 12,38 cm. Sementara rata-rata tinggi bibit tanaman karet terendah terdapat pada perlakuan pemberian rhizobakteria

RZ_{1,2}IRR₁₁₈ yaitu 10,06 cm dan tidak berbeda nyata dengan pemberian rizobakteria RZ_{1,4}PB₂₆₀ yaitu 11,22 cm dapat dilihat pada Tabel 3.

Rhizobakteria merupakan kelompok mikroorganisme hidup disekitar rizosfer tanaman yang mampu mengasilkan hormon tumbuh berupa *IAA*, giberelin, sitokinin, memfiksasi nitrogen dan mampu melarutkan fosfat. Penggunaan rizobakteri mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rizobakteria yang berperan sebagai *PGPR* yang diinokulasi pada bibit secara signifikan meningkatkan pertumbuhan bibit (Sheela dan Usharani, 2013). Hasil penelitian relevan oleh Sitepu *et al.* (2010), menunjukkan bahwa penggunaan rizobakteria pada bibit *Aquilaria* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit yang bervariasi berkisar antara 12,2-38,7% dibandingkan dengan bibit yang tidak diinokulasi. Dengan demikian maka terjadi peningkatan kandungan sitokinin dan giberelin ditanaman dan akan meningkatkan jumlah sel (oleh hormon sitokinin) dan ukuran sel (oleh hormon giberelin) yang bersama sama dengan hasil fotosintat yang meningkat diawal penanaman akan mempercepat proses pertumbuhan vegetatif tanaman (Dewi, 2008). Sehingga dengan adanya pemberian rizobakteria RZ_{1,1}GT₀₁ berpengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi bibit tanaman karet berbeda dengan RZ_{1,2}IRR₁₁₂, RZ_{1,2}IRR₁₁₈, RZ_{1,4}PB₂₆₀ dan tanpa rizobakteria.

Menurut Lakitan (2001) pertumbuhan tanaman terkonsentrasi pada jaringan meristem yang terdiri dari sel-sel baru yang dihasilkan dari proses pembelahan sel, yang menyebabkan bertambahnya ukuran tanaman, kaitannya dengan pertambahan tinggi tanaman diduga akibat banyaknya sel baru yang terbentuk akibat pemanfaatan energi dari hasil fotosintesis.

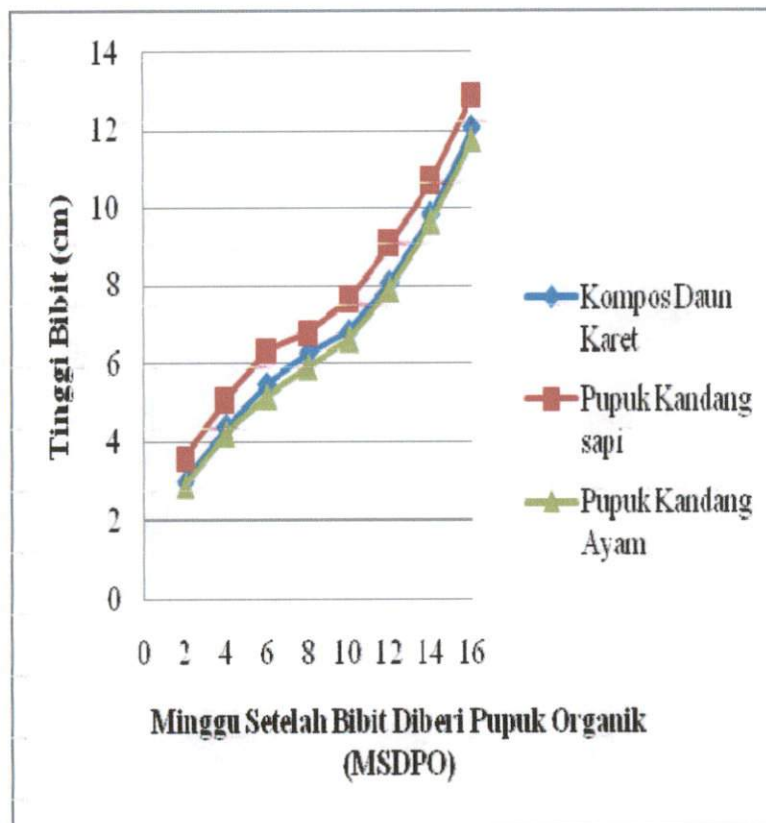
Pertumbuhan tinggi bibit tanaman karet yang dipengaruhi oleh pemberian rizobakteria dapat dilihat pada Gambar 1 dan pengaruh pemberian pupuk organik terhadap tinggi bibit tanaman karet dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Laju Tinggi Bibit Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI

Dari Gambar 1 terlihat bahwa perlakuan dengan menggunakan rhizobakteria memiliki hasil yang berbeda nyata dengan pemberian isolat $RZ_{1.1}GT_{01}$. Pada 16 MSI terlihat bahwa tinggi bibit tanaman karet yang diintroduksi dengan isolat $RZ_{1.1}GT_{01}$ mencapai tinggi 15,39 cm. Sedangkan tinggi bibit terendah pada umur bibit 16 MSI adalah bibit yang diintroduksi dengan isolat $RZ_{1.2}IRR_{118}$ dimana bibit masi memiliki tinggi 10,06 cm pada umur 16 MSI.

Seperti yang dikemukakan oleh Supramana, *et al.*, (2007) Rizobakteria juga dapat berperan sebagai *PGPR* dengan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman. Sehingga dengan adanya penambahan nutrisi pada tanaman karet maka pertumbuhan tinggi bibit tanaman karet menjadi lebih tinggi.



Gambar 2. Laju Tinggi Bibit Tanaman Karet yang diberi Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI

Terlihat pada Gambar 2 bahwa dari ketiga pupuk organik yaitu pupuk kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam tidak ada yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit tanaman karet. Perlakuan pemberian pupuk organik terhadap tinggi bibit tanaman karet secara statistik tidak berbeda nyata Tabel 3. Hal ini disebabkan bahwa kandungan unsur hara jumlahnya kecil, sehingga jumlah pupuk yang diberikan harus relatif banyak. Kandungan unsur N pada jenis pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam yaitu 0,7%, 3%, dan 3,23%. Sedangkan menurut penelitian Aribawa (2008) unsur K pada pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi, dan pupuk kandang ayam yaitu 1,54%, 0,294%, dan 1,55%. Sesuai dengan pendapat Setyamidjaja (2001), bahwa unsur N berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dan menambah tinggi tanaman.

C. Diameter Batang

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda tidak nyata terhadap penambahan diameter batang tanaman karet, demikian juga untuk pemberian beberapa jenis rhizobakteria dan pupuk organik. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan jenis pupuk organik terhadap diameter batang tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter Batang Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
	-----cm-----		
Tanpa Rb	0,67	0,74	0,60
RZ _{1.1} GT ₀₁	0,62	0,70	0,73
RZ _{1.2} IRR ₁₁₂	0,65	0,68	0,69
RZ _{1.2} IRR ₁₁₈	0,69	0,89	0,61
RZ _{1.4} PB ₂₆₀	0,73	0,80	0,74

KK = 15,7%

Angka-angka pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

Dari Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa pada pemberian pupuk organik dan beberapa jenis rhizobakteria tidak mempengaruhi pertumbuhan diameter batang tanaman karet. Pertambahan diameter batang tanaman karet berkisar antara 0,60 cm sampai dengan 0,89 cm.

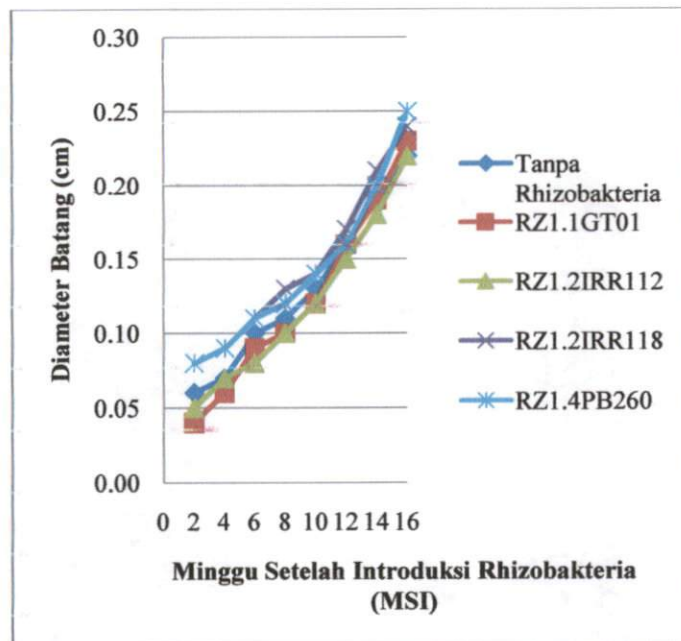
Unsur yang diperlukan oleh mikroorganisme mendekomposisi bahan organik adalah Karbon dan Nitrogen yang merupakan salah satu unsur penting bagi tanaman. Unsur Karbon dimanfaatkan sebagai sumber energi di dalam proses metabolisme dan memperbanyak sel oleh bakteri, sementara unsur Nitrogen digunakan untuk sintesa protein dan pembentukan protoplasma (Yuwono, 2015). Unsur N dan K yang dimiliki oleh pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam masih terlalu rendah sehingga unsur hara masih belum tersedia bagi tanaman dan pertumbuhan diameter batang tanaman karet masih memiliki pertumbuhan yang sama dan tidak berbeda nyata.

Pemberian pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap pertumbuhan diameter bibit tanaman karet. Hal ini didukung oleh pendapat Hakim, *et al* (2002), bahwa pemberian pupuk organik memperbaiki sifat-sifat tanah seperti sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik ini juga merupakan perekat butiran lepas sumber hara tanaman dan sumber energi dari sebagian besar organisme tanah. Dengan adanya pemberian pupuk organik dan rhizobakteria terdapat interaksi beberapa organisme didalam tanah yang masih bersifat patogenitas. (Cheson, *et al.*, 2005).

Menurut Lakitan (2012), sebagian dari karbohidrat dan protein ditranslokasikan ke daerah titik tumbuh dan batang selanjutnya akan digunakan dalam proses pembelahan, perpanjangan dan penebalan sel yang pada akhirnya berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman karet.

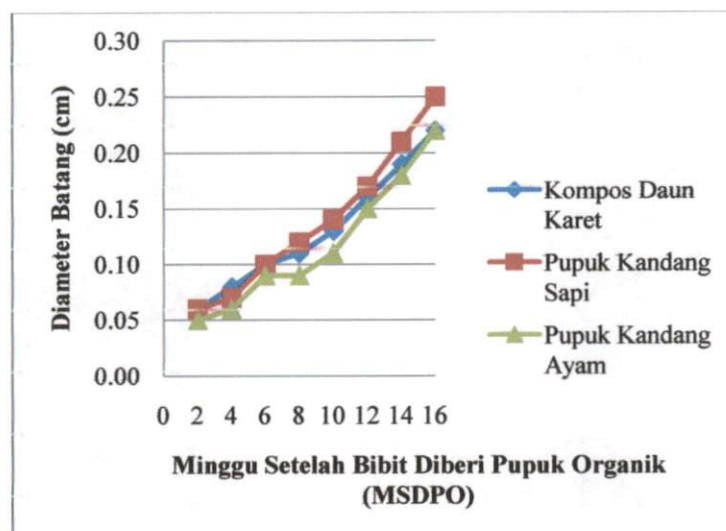
Mekanisme kerja rhizobakteria ini terkait dengan kemampuan sebagai fitohormon yang juga mempunyai sifat antara lain, hasil sintesisnya direspon bagian tanaman seperti batang, akar, atau organ lainnya. Respon organ tanaman tersebut, selain sifat fisik juga perbaikan fisiologi tanaman (Dewi, 2008). Sehingga dengan respon tanaman yang berbeda terhadap pemberian rhizobakteria ini menyebabkan pertumbuhan dan perpanjangan sel pada diameter batang tanaman karet ini menjadi kurang baik dan lambat.

Pertambahan diameter batang dengan pemberian rhizobakteria dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan pertumbuhan diameter batang dengan pemberian pupuk organik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Laju Diameter Batang Tanaman Karet yang diberi Perlakuan Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI

Terlihat pada Gambar 3 bahwa pemberian isolat rhizobakteria terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman karet tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh perbedaan potensi rhizobakteria dalam meningkatkan pertumbuhan berbeda-beda.



Gambar 4. Laju Diameter Batang Tanaman Karet yang diberi Perlakuan Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI

Terlihat pada Gambar 4 bahwa pemberian pupuk organik terhadap pertambahan diameter batang tanaman karet tidak berbeda nyata. Ini disebabkan bahwa lamanya proses dekomposisi pada bahan organik dipengaruhi oleh tekstur dari bahan organik itu sendiri. Tekstur yang berbentuk seperti butiran dan padat agak sukar pecah secara fisik sehingga lambat terdekomposisi dan ketersediaan unsur hara tidak dapat diserap oleh tanaman sehingga menyebabkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melihat efeknya terhadap pertumbuhan pada tanaman (Widowati, 2004). Hal ini yang menyebabkan diameter batang hampir sama besarnya pada perlakuan pemberian jenis pupuk organik di duga karena penambahan pupuk organik belum memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan disebabkan oleh kondisi bibit itu sendiri sebelum ditanam, yang mengalami stress terlebih dahulu karena proses pemindahan bibit dari areal pembibitan ke polibag.

D. Lebar Kanopi Daun

Interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda tidak nyata terhadap lebar kanopi daun tanaman karet. Lebar kanopi daun tanaman karet hanya dipengaruhi oleh jenis pupuk organik dan jenis rhizobakteria. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap lebar kanopi daun tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 di bawah dapat diketahui bahwa tanpa pemberian rhizobakteria memberikan rata-rata lebar kanopi daun tanaman karet tertinggi yaitu 17,89 cm dibandingkan dengan yang diberi rhizobakteria dan berbeda tidak nyata dengan $RZ_{1,1}GT_{01}$ dan $RZ_{1,2}IRR_{118}$ dengan lebar kanopi 16,46 cm dan 17,05 cm. Sedangkan rata-rata lebar kanopi daun tanaman karet terendah yaitu 13,79 cm rhizobakteri $RZ_{1,2}IRR_{112}$ dan 14,50 cm rhizobakteria $RZ_{1,4}PB_{260}$.

Perbedaan Produksi *IAA* dari beberapa rhizobakteria, diduga bergantung pada isolat yang diuji dan kemampuan masing-masing isolat dalam mengkolonisasi perakaran tanaman (Thakuria *et al*, 2004). Sebaliknya, produksi *IAA* yang berlebihan dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan tanaman akibat terganggunya pertumbuhan akar (Ceson *et al*, 2005). Sesuai dengan pendapat diatas bahwa

beberapa isolat yang diuji itu memiliki kemampuan yang tinggi dalam memacu pertumbuhan akar tanaman karet sehingga pertumbuhan tanaman karet menjadi tinggi, dan terjadinya penambahan lebar kanopi daun.

Unsur hara dalam tanah sebagai nutrisi bagi tanaman, didukung dengan adanya hormon yang dihasilkan oleh pemberian rhizobakteria akan lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini sesuai dengan pendapat Spaepen *et al.* (2007) bahwa *IAA* yang dihasilkan oleh bakteri dimanfaatkan oleh tanaman dan akan mengalami proses metabolisme di dalam tanaman sehingga membantu dalam proses pertumbuhan tinggi, panjang akar dan berat tanaman. Proses pertumbuhan tinggi dan panjang akar pada tanaman akan diiringi dengan meningkatnya luas daun tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian Feng *et al.* (2006), bahwa tanaman jagung yang sudah terkolonisasi oleh *PGPR* mampu meningkatkan kandungan klorofil daun, hal ini disebabkan karena adanya aktivitas *ACC-deaminase* oleh *PGPR* sehingga memperlambat proses degradasi klorofil. Dengan meningkatnya kandungan klorofil daun maka kondisi ini dapat meningkatkan fotosintesis per luas daun, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Raka *et al.* (2012) bahwa pada tanaman yang diberi perlakuan *PGPR* lebih meningkat fotosintesis per luas daun dibandingkan dengan tanaman pada perlakuan control. Menurut Lakitan (2012), tumbuhan dengan laju fotosintesis yang tinggi juga menunjukkan laju translokasi fotosintat yang tinggi pula. Dengan demikian hasil fotosintat yang dapat digunakan oleh tanaman untuk memacu pertumbuhannya tersedia, hal ini akan terlihat dengan pertumbuhan tinggi tanaman dan bertambahnya jumlah dan luas daun, serta akan makin luas pula kanopi tanaman.

Rhizobakteria yang digunakan memiliki potensi dan reaksi yang berbeda pada setiap isolat. Ini didukung oleh pendapat Whipps (2008) bahwa pada setiap rhizobakteria yang diisolasi dari perakaran tanaman itu memiliki potensi dan daya interaksi yang berbeda terhadap mikroorganisme, tanah dan tanaman. Sehingga apabila rhizobakteria diinteraksikan dengan pupuk organik tidak terlihat interaksi yang jelas terhadap lebar kanopi daun tanaman karet.

Tabel 5. Lebar Kanopi Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik umur 16 MSI.

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik			Rata-Rata
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam	
	-----cm-----			
Tanpa Rb	20,02	17,48	16,18	17,89 a
RZ _{1.1} GT ₀₁	17,18	18,33	13,87	16,46 a
RZ _{1.2} IRR ₁₁₂	16,50	13,12	11,75	13,79 b
RZ _{1.2} IRR ₁₁₈	17,93	17,58	15,65	17,05 a
RZ _{1.4} PB ₂₆₀	18,63	13,68	11,20	14,50 b
Rata-Rata	18,05 A	16,04 B	13,73 C	

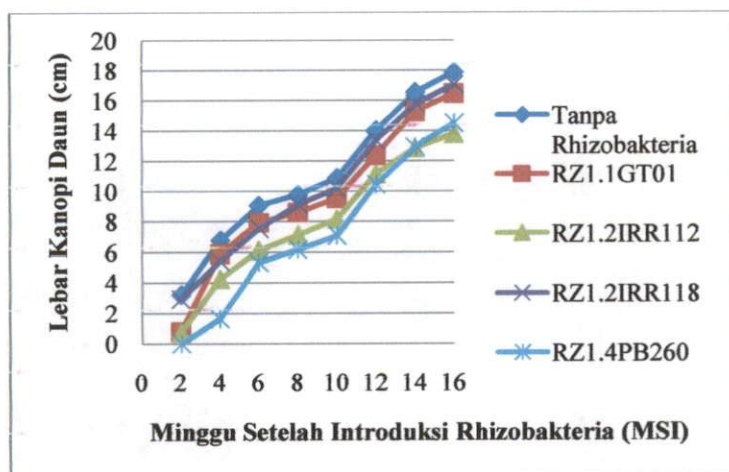
KK = 12,42%

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 5 dapat diketahui juga bahwa pemberian pupuk organik juga menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap lebar kanopi daun tanaman karet, pupuk kompos daun karet memiliki rata-rata tertinggi yaitu 18.05 cm dibandingkan dengan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam. Sedangkan rata-rata lebar kanopi daun tanaman karet terendah yaitu yang diberi perlakuan pupuk kandang ayam 13.73 cm.

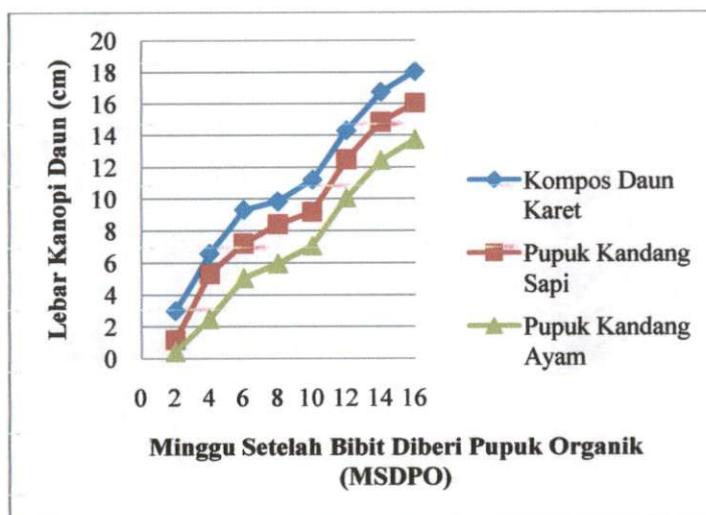
Pemberian pupuk dari kompos daun karet dapat menambah kebutuhan hara N, P, K dan C untuk berlangsungnya proses metabolisme tanaman sehingga lebar kanopi daun tanaman karet akan menjadi lebih panjang dan lebar. Nasaruddin (2010), menyatakan bahwa pemupukan kompos dari daun lebih cepat penyerapan haranya oleh akar tanaman. Pupuk kompos dari daun dapat menambah persediaan hara pada tanaman walaupun hara yang diserap oleh akar relatif sedikit tetapi bersifat kontinyu.

Semakin lebar kanopi daun maka produktivitas tanaman juga akan lebih meningkat (Lakitan,2012) yaitu dengan meningkatnya indeks luas daun (ILD). Hal ini terjadi karena banyak cahaya matahari yang dapat ditangkap oleh daun untuk melakukan proses fotosintesis.



Gambar 5. Laju Lebar Kanopi Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI

Terlihat pada Gambar 5 ini bahwa tanpa pemberian rhizobakteria memiliki lebar kanopi daun tanaman karet tertinggi dibandingkan dengan yang diberi perlakuan rhizobakteria. Pertambahan lebar kanopi daun tanaman karet setiap minggu nya pada perlakuan tanpa rhizobakteria dan yang diberi rhizobakteria $RZ_{1.1}GT_{01}$, $RZ_{1.2}IRR_{112}$, $RZ_{1.4}PB_{260}$ dan $RZ_{1.2}IRR_{118}$ terjadi sangat cepat yaitu dimulai pada MSI yang ke 10.



Gambar 6. Laju Lebar Kanopi Daun Tanaman Karet yang diberi Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI

Terlihat Gambar 6 bahwa pada perlakuan pupuk organik, hasil tertinggi yaitu pada kompos daun karet dimana pada minggu ke 16 MSI sudah mencapai lebar yaitu 18,05 cm dibandingkan dengan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam, sedangkan lebar kanopi daun terendah yaitu pada pupuk kandang ayam yaitu 13,73 cm. Kemudian pada minggu ke 10 setelah diberi perlakuan pertambahan lebar kanopi daun tanaman karet tambah meningkat sampai dengan 16 MSI.

E. Jumlah Daun

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda tidak nyata terhadap jumlah daun tanaman karet, demikian juga pada perlakuan jenis rhizobakteria tidak mempengaruhi jumlah daun tanaman karet. Jumlah daun didominasi oleh pemberian jenis pupuk organik, yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan jenis pupuk organik terhadap jumlah daun tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 di bawah dapat diketahui bahwa pemberian pupuk kompos daun karet menghasilkan pertumbuhan jumlah daun rata-rata tertinggi yaitu 20,67 helai yang berbeda nyata dengan pemberian pupuk kandang ayam 17,49 helai.

Pemberian pupuk sangat erat kaitannya dengan fase pertumbuhan vegetatif dan generatif. Nitrogen merupakan unsur hara utama tanaman bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar. Fosfor dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa. Sedangkan kalium berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat. (Nasaruddin, 2010).

Poerwowidodo (1992) menyatakan bahwa unsur fosfor berperan dalam menyimpan dan memindahkan energi untuk sintesis karbohidrat, protein dan proses fotosintesis. Senyawa-senyawa hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk senyawa organik yang kemudian dibebaskan dalam bentuk *ATP* untuk pertumbuhan tanaman.

Tabel 6. Jumlah Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI

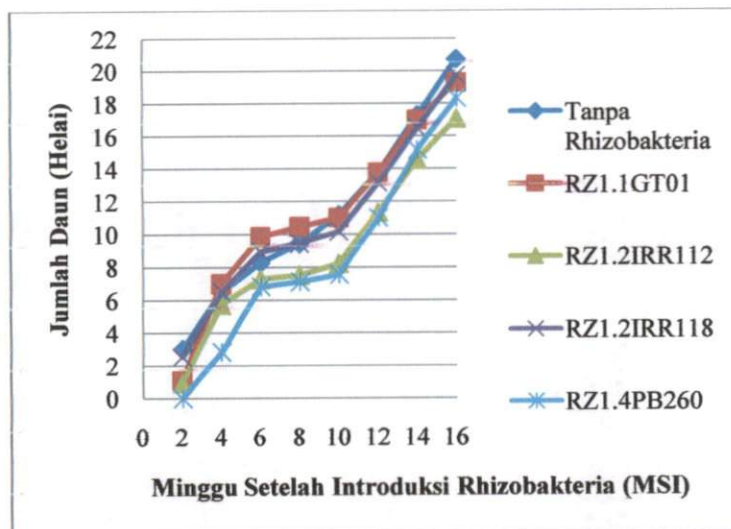
Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik			Rata-Rata
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam	
	-----helai-----			
Tanpa Rb	21,83	21,83	18,50	20,72
RZ _{1,1} GT ₀₁	20,17	18,67	19,00	19,28
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	19,00	18,30	13,83	17,04
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	19,17	18,17	21,83	19,72
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	23,17	17,50	14,33	18,33
Rata-Rata	20,67 A	18,89 AB	17,49 B	

KK = 14,67%

Angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR 5% dan angka-angka pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

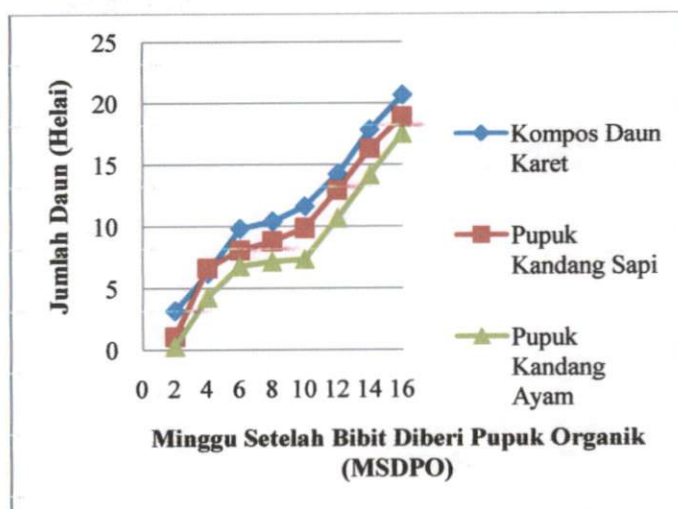
Tanaman membutuhkan unsur hara untuk melakukan proses-proses metabolisme, terutama pada masa vegetatif. Diharapkan unsur yang terserap dapat digunakan untuk mendorong pembelahan sel dan pembentukan sel-sel baru guna membentuk organ tanaman seperti daun, batang, dan akar yang lebih baik sehingga dapat memperlancar proses fotosintesis (Rizqiani, Ambarwati, Yuwono, 2007). Aktivitas fotosintesis yang tinggi akan menjamin pada tingginya kecepatan pertumbuhan tanaman (Boyer, 2006). Semakin tinggi aktivitas fotosintesis tanaman maka pertumbuhan daun juga akan semakin meningkat dan besar.

Menurut Awais *et al* (2007) pengaruh rizobakteria terhadap pertumbuhan tanaman cenderung lambat, diduga rizobakteria masih melakukan adaptasi dengan lingkungan rizosfer, melindungi tanaman dari patogen, dan juga bersaing dengan sejumlah bakteri in situ.



Gambar 7. Laju Jumlah Daun Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria Sampai Umur 16 MSI

Terlihat pada Gambar 7 bahwa pertumbuhan jumlah daun yang diberi perlakuan rhizobakteria tidak menunjukkan jumlah daun yang berbeda nyata, pertumbuhan jumlah daun berbanding lurus sehingga relatif sama yang diberi perlakuan tanpa rhizobakteria dengan yang diberi perlakuan rhizobakteria RZ_{1.1}GT₀₁, RZ_{1.2}IRR₁₁₂, RZ_{1.2}IRR₁₁₈, dan RZ_{1.4}PB₂₆₀.



Gambar 8. Laju Jumlah Daun Tanaman Karet yang diberi Pupuk Organik Sampai Umur 16 MSI

Dari Gambar 8 terlihat bahwa pertumbuhan jumlah daun tertinggi yaitu yang diberi perlakuan pupuk kompos daun karet dimana jumlahnya mencapai 20,67 helai pada saat bibit berumur 16 MSI, sedangkan jumlah daun terendah yaitu yang diberi perlakuan pupuk kandang ayam, hanya 17,49 helai pada saat bibit berumur 16 MSI.

Pertumbuhan jumlah daun meningkat pada saat minggu ke 10 sampai 16, pertumbuhan jumlah daun meningkat cepat baik itu pada perlakuan pupuk kompos daun karet, pupuk kandang sapi maupun pupuk kandang ayam. Ini diduga bahwa pada minggu 10 sampai 16 itu akar tanaman karet yang diberi pupuk organik ini telah dapat menyerap unsur hara dengan sempurna sehingga pertumbuhan jumlah daun meningkat cepat.

F. Panjang Akar Primer

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda tidak nyata terhadap pertambahan panjang akar primer, demikian juga pada perlakuan jenis rhizobakteria tidak mempengaruhi pertambahan panjang akar primer. Pertambahan panjang akar primer hanya dipengaruhi oleh pemberian pupuk organik, yang menunjukkan hasil berbeda nyata. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap pertambahan panjang akar primer dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 di bawah dapat diketahui bahwa pemberian pupuk kandang sapi dan kompos daun karet terhadap pertambahan panjang akar primer menghasilkan rata-rata tertinggi yaitu 3,39 cm dan 3,35 cm, sedangkan pemberian pupuk kandang ayam menghasilkan rata-rata terendah terhadap pertambahan panjang akar primer yaitu 2,11 cm yang berbeda nyata dengan pemberian pupuk kandang sapi dan pupuk kompos daun karet.

Penggunaan pupuk kandang sapi dan kompos daun karet sebagai pupuk tanaman merupakan suatu siklus unsur hara yang sangat bermanfaat dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang terbarukan, disisi lain penggunaan pupuk kandang sapi dan kompos daun karet dapat mengurangi unsur

hara yang bersifat racun bagi tanaman. Kemudian juga dapat memperbaiki kesuburan tanah baik sifat kimia, fisik, dan biologi tanah.

Tabel 7. Pertambahan Panjang Akar Primer yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik			Rata-Rata
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam	
	-----cm-----			
Tanpa Rb	3,68	2,76	2,24	2,89
RZ _{1,1} GT ₀₁	3,67	3,72	2,3	3,23
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	3,05	3,61	2,02	2,89
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	3,19	3,48	1,62	2,76
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	3,18	3,39	2,36	2,98
Rata-Rata	3,35 A	3,39 A	2,11 B	

KK = 29,36%

Angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DN MRT 5% dan angka-angka pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

Penelitian yang telah dilaksanakan di sembilan lokasi di Jepang dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sapi secara jangka panjang dapat meningkatkan kadar humus dalam kisaran 0,8-3,0%; meningkatkan N-total dan tersedia, P-tersedia, dan Si; meningkatkan kapasitas buffer tanah, KTK, dan basa-basa dapat tukar terutama Ca dan K; menurunkan Na-dd. Ketersediaan K dalam bentuk tidak tersedia hanya cenderung meningkat (Yamashita, 2007). Sehingga dengan pemberian pupuk kandang sapi ini menjadikan tanah menjadi subur, dan akar pun lebih bagus menyerap unsur hara dari dalam tanah, dan juga berpengaruh terhadap perpanjangan akar primer.

Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi ini tidak terlalu besar pada pertanaman pertama, tetapi pupuk kandang sapi sangat berpengaruh pada pertanaman selanjutnya karena pupuk kandang sapi membutuhkan waktu untuk terurai dan bisa diserap oleh akar tanaman. Sesuai dengan hasil penelitian Sutriadi *et al.* (2005), menunjukkan bahwa dengan aplikasi pupuk kandang sapi sebesar 2t/ha meningkatkan produksi jagung sebanyak 6% pada musim pertama sedangkan pada musim kedua sebesar 40% pada perlakuan dengan pupuk kandang sapi. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh pemberian pupuk kandang sapi umumnya terlihat terutama pada

musim kedua (residu). Sehingga dengan pemberian pupuk kandang sapi yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman ini secara tidak langsung juga sangat berpengaruh terhadap perakaran tanaman karet. Dengan pemberian pupuk kandang sapi ini jelas terlihat bahwa panjang akar primer terpanjang yaitu pada pemberian perlakuan pupuk kandang sapi. Karena pupuk kandang sapi ini berpengaruh nyata pada perpanjangan akar primer.

G. Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang

Interaksi antara rhizobakteria dengan pupuk organik menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap panjang cabang akar primer terpanjang, demikian juga untuk pemberian jenis rhizobakteria dan pupuk organik. Data pertumbuhan panjang cabang akar primer terpanjang yang diberi perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik umur 16 MSI

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
	-----cm-----		
Tanpa Rb	10,00	9,81	7,98
RZ _{1.1} GT ₀₁	10,93	10,75	8,18
RZ _{1.2} IRR ₁₁₂	10,07	10,65	8,63
RZ _{1.2} IRR ₁₁₈	8,83	11,75	10,72
RZ _{1.4} PB ₂₆₀	11,51	11,31	9,15

KK = 24,55%

Angka-angka pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

Dari Tabel 8 di atas dapat diketahui bahwa pada pemberian pupuk organik dan beberapa jenis rhizobakteria berbeda tidak nyata terhadap panjang cabang akar primer terpanjang. Panjang cabang akar primer terpanjang berkisar antara 7,98 cm sampai dengan 11,75 cm.

Pertumbuhan panjang cabang akar primer terpanjang tanaman karet berbeda tidak nyata terhadap pemberian beberapa jenis rhizobakteria dan pupuk organik, hal itu terjadi karena tanaman masih muda dan tanaman belum terlalu mampu menyerap

unsur hara secara maksimal sehingga panjang cabang akar primer belum tumbuh dengan baik.

Menurut Pahan (2008) secara umum, sistem perakaran tanaman karet lebih banyak berada dekat dengan permukaan tanah, tetapi pada keadaan tertentu akar juga bisa tumbuh lebih dalam (vertikal). Pertumbuhan dan percabangan akar tanaman karet dapat terangsang apabila konsentrasi hara di dalam tanah seperti P dan K cukup besar. Selain ketersediaan hara yang rendah, media tanam menggunakan Ultisol juga menjadi faktor yang mempengaruhi perakaran. Gardner, Peace, dan Mitchell (1991) menjelaskan bahwa, kandungan nutrisi, bahan beracun, struktur, dan agen biologis pada tanah memberikan pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan akar.

Rhizobakteria yang digunakan memiliki potensi dan reaksi yang berbeda pada setiap isolat. Ini didukung oleh pendapat Whipps (2008) bahwa pada setiap rhizobakteria yang diisolasi dari perakaran tanaman itu memiliki potensi dan daya interaksi yang berbeda terhadap mikroorganisme, tanah dan tanaman. Sehingga apabila rhizobakteria diinteraksikan dengan pupuk organik tidak terlihat interaksi yang jelas terhadap perpanjangan cabang akar primer.

Pemberian perlakuan rhizobakteria dan pupuk organik ini tidak signifikan pengaruhnya terhadap perpanjangan cabang akar primer, ini diduga karena keadaan bibit itu sendiri yang baru dipindahkan dari pembibitan ke polibag, dimana akar lateral dan akar tunggangnya yang dipotong pada saat transplanting membuat akar tanaman belum berkembang dan berfungsi dengan baik. Ini didukung oleh pendapat Nuryamsi (2005), bahwa unsur hara dari tanah diserap oleh tanaman melalui akar dan akan diteruskan keseluruhan bagian tanaman.

H. Bobot Segar Tanaman

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda nyata terhadap bobot segar tanaman karet. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap bobot segar tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Bobot Segar Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI.

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
	-----gram-----		
Tanpa Rb	10,10 b A	8,20 c B	8,17 cd B
RZ _{1,1} GT ₀₁	18,30 a A	17,83 a A	14,73 a B
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	10,20 b B	10,80 b B	12,70 b A
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	9,43 b A	7,93 c B	7,03 d B
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	8,03 c B	7,37 c B	9,47 c A

KK = 7,66%

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%.

Dari Tabel 9 di atas dapat diketahui bahwa terdapat interaksi antara jenis rhizobakteria dengan pupuk organik terhadap bobot segar tanaman karet. Rhizobakteria jenis RZ_{1,1}GT₀₁ menunjukkan bobot segar tanaman karet tertinggi pada jenis pupuk organik kompos daun karet dan pupuk kandang sapi yaitu 18,30 gram dan 17,83 gram. Rhizobakteria jenis RZ_{1,1}GT₀₁ tetap menunjukkan bobot segar tanaman karet yang lebih tinggi pada pupuk kandang ayam meskipun berbeda nyata dengan kompos daun karet dan pupuk kandang sapi.

Rhizobakteria RZ_{1,2}IRR₁₁₈ menunjukkan bobot segar tanaman karet terendah pada pupuk kandang ayam dan pupuk kandang sapi yaitu 7,03 gram dan 7,93 gram berbeda nyata dengan pupuk kompos daun karet yaitu 9,43 gram. Sedangkan Rhizobakteria RZ_{1,4}PB₂₆₀ menunjukkan bobot segar tanaman karet terendah pada kompos daun karet dan pupuk kandang sapi yaitu 8,03 gram dan 7,37 gram berbeda nyata dengan pupuk kandang ayam yaitu 9,47 gram.

Rhizobakteria RZ_{1,1}GT₀₁ masih menunjukkan bobot segar tanaman karet tertinggi pada setiap pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan

pupuk kandang ayam yang berbeda nyata dengan jenis rhizobakteria RZ_{1,2}IRR₁₁₂, RZ_{1,2}IRR₁₁₈, RZ_{1,4}PB₂₆₀, dan tanpa rhizobakteria.

Berbedanya bobot segar tanaman diduga akibat pertumbuhan tanaman seperti jumlah, panjang batang, dan kemampuan organ penting dalam memanfaatkan cahaya matahari untuk fotosintesis, sedangkan batang merupakan organ penting yang sangat menentukan berat segar tanaman, serta pemanfaatan faktor lingkungan terutama jenis rhizobakteri, sehingga tanaman yang terbentuk lebih banyak dan lebih berat. Bobot segar tanaman merupakan mekanisme toleransi tanaman terhadap lingkungan, faktor pembatas dan stress lingkungan dapat dikendalikan tanaman, sehingga kemampuan tanaman untuk menghasilkan bobot segar lebih berat, hal ini diduga pemanfaatan asimilat dan pemanfaatan unsur hara oleh tanaman dalam mengendalikan lingkungan tidak sama (Widodo, 2006).

PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung melalui hormon-hormon pertumbuhan yang dihasilkan seperti Giberelin (Gac) dan *indole 3-acetic acid (IAA)*. *IAA* merupakan hormon pertumbuhan kelompok auksin yang berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Auksin berguna untuk meningkatkan pertumbuhan sel batang, menghambat proses pengguguran daun, merangsang pembentukan buah, serta merangsang pertumbuhan kambium, dan menghambat pertumbuhan tunas ketiak (Tjondronegoro *et al.* 2003). Sehingga terdapat interaksi antara rhizobakteria dengan pupuk organik terhadap bobot segar tanaman karet.

Menurut Marschner (1986) menyatakan bahwa rhizobakteri akan mengaktifkan enzim nitrogenase untuk memfiksasi dan mereduksi N udara menjadi gugus NH₂ yang kemudian dirangkai dengan rantai karbon menjadi senyawa amina atau asam amino yang merupakan komponen dasar dalam pembentukan protein dan pembentukan organel sel yang lain. Enzim nitrogenase terdiri dari sub unit protein-Fe dan sub unit protein-Fe-Mo, sehingga keberadaan Fe dan Mo sangat diperlukan untuk aktifator enzim tersebut.

Peran rizobakteria dalam pupuk organik sebagai dekomposer, dimana unsur hara lebih cepat tersedia bagi tanaman, hal itu disebabkan oleh rizobakteria

yang terdapat dalam pupuk organik dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman yang diketahui mampu menghasilkan hormon tumbuh seperti *IAA*, yang berperan penting bagi tanaman. Seperti telah diketahui, hormon tumbuh ini berperan dalam merangsang pembentukan akar baru, memacu pertumbuhan tanaman, berpengaruh pada pemanjangan batang (Santoso dan Nursandi, 2004), selain itu, unsur hara N, P dan K yang terdapat dalam pupuk organik dapat langsung diserap oleh tanaman sehingga fungsinya terakumulasi pada peningkatan tinggi tanaman karet. Hal ini sejalan dengan pendapat Novizan (2002) yang menyatakan bahwa unsur hara yang dikandung dalam pupuk organik sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain: (1) membuat tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*Chlorophyll*) yang mempunyai peranan dalam proses fotosintesis, (2) mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, cabang dan lain-lain).

Rizobakteria yang diinkorporasikan dalam pupuk organik menghasilkan hormon yang akan diserap oleh tanaman, sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih optimal. Selain itu, Nadeem et al., (2010) menambahkan bahwa rizobakteria selain memacu pertumbuhan tanaman juga mampu melarutkan P untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan rizobakteria pelarut fosfat yang dapat mensubstitusi sebagian atau seluruh kebutuhan tanaman akan pupuk P dapat memberikan hasil positif terhadap pertumbuhan tanaman. Pelarutan fosfat ini disebabkan oleh bakteri yang menghasilkan enzim *fosfatase* yang dapat memutuskan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia sehingga ketersediaan unsur P tanaman tercukupi (Vleesschauwer et al., 2009; Koo and Cho, 2009). Dalam pupuk organik mengandung bakteri dimana, bakteri ini mampu melarutkan fosfat, mampu menghasilkan *IAA* (Sutariati et al., 2006).

Isolat RZ_{1,1}GT₀₁ tersebut digunakan sebagai pupuk hayati (biofertilizer) tidak terkendala oleh aspek kesesuaian strain rizobakteri dengan tanaman inang. Sesuai dengan pendapat Tenuta (2006) bahwa rizobakteria dapat mengefisieni penggunaan N tanah karena mampu memfiksasi atau memenuhi kebutuhan N sendiri sehingga

tidak menggunakan N yang ada di dalam tanah. Oleh karena itu, ketersediaan N bagi tanaman akan lebih besar karena tidak berkompetsisi dengan rhizobakteri sehingga penggunaan pupuk kompos daun karet akan lebih efisien.

I. Bobot Kering Tanaman

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda nyata terhadap bobot kering tanaman karet. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap bobot kering tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Bobot Kering Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI.

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
	-----gram-----		
Tanpa Rb	4,73 b A	4,81 ab A	5,43 a A
RZ _{1,1} GT ₀₁	6,06 a A	5,64 a A	4,68 ab B
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	4,36 b A	4,36 b A	4,15 b A
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	4,03 b B	4,37 b AB	5,10 a A
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	4,10 b A	4,67 b A	4,03 b A

KK = 10,83%

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%.

Dari Tabel 10 di atas dapat diketahui bahwa terdapat interaksi antara jenis rhizobakteria dengan pupuk organik terhadap bobot kering tanaman karet. Rhizobakteria jenis RZ_{1,1}GT₀₁ menunjukkan bobot kering tanaman karet tertinggi pada jenis pupuk organik kompos daun karet dan pupuk kandang sapi yaitu 6,06 gram dan 5,64 gram yang berbeda nyata pada jenis pupuk kandang ayam yaitu 4,68 gram. Sedangkan tanpa rhizobakteria menunjukkan bobot kering tanaman karet tertinggi pada jenis pupuk kandang ayam yaitu 5,43 gram.

Rhizobakteria $RZ_{1,4}PB_{260}$ menunjukkan bobot kering tanaman karet terendah pada pupuk kandang ayam, begitu juga dengan rhizobakteria $RZ_{1,2}IRR_{118}$ juga menunjukkan bobot kering tanaman karet terendah pada pupuk kompos daun karet yaitu 4,03 gram yang berbeda nyata dengan pupuk kandang ayam yaitu 5,10 gram.

Rhizobakteria $RZ_{1,1}GT_{01}$ menunjukkan bobot kering tanaman karet tertinggi pada kompos daun karet yang berbeda nyata dengan jenis Rhizobakteria $RZ_{1,2}IRR_{112}$, $RZ_{1,2}IRR_{118}$, $RZ_{1,4}PB_{260}$ dan tanpa rhizobakteria. Rhizobakteria $RZ_{1,1}GT_{01}$ juga menunjukkan bobot kering tanaman karet tertinggi pada pupuk kandang sapi tetapi hanya berbeda nyata dengan jenis Rhizobakteria $RZ_{1,2}IRR_{112}$, $RZ_{1,2}IRR_{118}$, dan $RZ_{1,4}PB_{260}$. Sedangkan tanpa rhizobakteria menunjukkan bobot kering tanaman karet tertinggi pada pupuk kandang ayam yang berbeda nyata dengan jenis Rhizobakteria $RZ_{1,2}IRR_{112}$ dan $RZ_{1,4}PB_{260}$.

Bobot kering tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan cahaya yang diterima oleh tanaman. Tanaman yang tidak ternaungi akan mempunyai berat kering yang lebih besar karena laju fotosintetisnya meningkat. Gardner *et al* (1991), menyatakan bahwa peningkatan bobot kering dipengaruhi oleh laju fotosintetis, dimana laju fotosintetis dapat berjalan jika tanaman dapat menerima dan menggunakan cahaya matahari secara optimal. Peningkatan laju asimilasi netto tanaman, akan diikuti peningkatan berat kering akar, ranting dan daun tanaman, seiring dengan peningkatan intensitas cahaya matahari Nasruddin (2010).

Lebih beratnya bobot kering tanaman pada perlakuan jenis rizobakteria dikarenakan rizobakteria merupakan bakteri bersifat *PGPR*. Mekanisme kerjanya terkait dengan kemampuan sebagai fitohormon yang juga mempunyai sifat antara lain, hasil sintesisnya direspon bagian tanaman seperti batang, akar, atau organ lainnya. Respon organ tanaman tersebut, selain sifat fisik juga perbaikan fisiologi tanaman. Strain *PGPR* dapat menstimulasi peningkatan yang signifikan dalam pertumbuhan awal (peningkatan bobot kering). Sementara menurut Hasanuddin (2003) bahwa sebagai *PGPR*, aktifitas kelompok *Pseudomonas sp* terlibat dalam fungsinya sebagai pemasok zat makanan.

Teknologi biofertilizer atau pupuk hayati dikembangkan dari bakteri atau jamur yang hidup di daerah perakaran (*rhizosfer*). Rhizobakteria adalah bakteri yang hidup di daerah perakaran (*rhizosfer*) dan berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. *PGPR* dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman melalui : produksi hormon pertumbuhan, kemampuan fiksasi N untuk peningkatan penyediaan N tanah, penghasil osmolit sebagai osmoprotektan pada kondisi cekaman kekeringan dan penghasil senyawa tertentu yang dapat membunuh patogen tanaman (Kloepper, 1993). Menurut Lalande *et al.* (1989), *Pseudomonas* sp. mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan berat kering tanaman jagung mencapai 9%, sedangkan *Salmonella liquefaciens* meningkatkan berat kering mencapai 10% dan *Bacillus* sp. meningkatkan berat kering mencapai 7% lebih tinggi dibanding kontrol.

Rhizobakteria mempunyai kemampuan fiksasi N yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Fiksasi N₂ secara biologis mampu menyumbang kurang lebih 70% dari seluruh fiksasi N di muka bumi. Kurang lebih 50% dari hasil fiksasi tersebut merupakan hasil asosiasi rhizobia-legum (Arshad, 1993). Hasil penelitian Margent (2009) menunjukkan bahwa, *Azotobacter* sp. tanpa pemberian pupuk N dapat meningkatkan hasil tanaman padi mencapai 16,69%. *Azospirillum* sp. dengan pemberian pupuk N 120 kg/ha dapat meningkatkan hasil tanaman padi mencapai 43,49%. Di sisi lain, pada percobaan di rumah kaca dengan pupuk N takaran tertentu (tidak disebutkan secara jelas takarannya) *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan hasil padi mencapai 115,91% dan *Pseudomonas* sp. mencapai 112,88% (Rao *et al.*, 1987).

Kemampuan lain dari rhizorhizobakteria adalah mampu memproduksi *osmolit* sebagai *osmoprotektan* dalam kondisi cekaman osmotik maupun cekaman kekeringan. Hartman *et al.* (1991) menyatakan bahwa *Azospirillum halopraeferens* (penghasil osmoprotektan glisin betain), mampu mempertahankan aktivitas *nitrogenase* (enzim pemfiksasi N) $\pm 100\%$ pada cekaman osmotik mencapai 27 bar. *Nitrogenase* merupakan kompleks enzim pemfiksasi N yang terdiri atas dua sub unit protein yaitu protein molybdenum-besi (MoFe) dan protein yang mengandung Fe (McCardell dan Sadowsky, 1993). Strom *et al.* (1989) melaporkan bahwa

penambahan glisin betain mampu memacu fiksasi N secara nyata pada *Klebsiella pneumoniae* yang ditumbuhkan pada cekaman osmotik 0,65 M NaCl. Dengan demikian sumbangan hasil fiksasi N pada ketersediaan N tanah pada kondisi tersebut secara nisbi masih dapat dipertahankan.

Rhizobakteria (*PGPR*) adalah mampu menekan pertumbuhan rhizorhizobakteri patogen tanaman. Ada dua mekanisme dalam menekan patogen yaitu (1) memacu pertumbuhan tanaman sehingga tanaman lebih “sehat” sehingga tidak mudah diserang oleh patogen, dan (2) menghasilkan metabolit tertentu seperti : antibiotik, *siderofor* dan HCN yang dapat membunuh patogen (Kloepper, 1993).

Bakteri yang terdapat dalam pupuk organik dapat mensintesis hormon *IAA*, sitokinin dan giberelin (Bai et al., 2003) dan dapat menghasilkan tiga jenis enzim yaitu *DNAase*, *lipase* dan *gelatinase* (Giri et al., 2007), sementara pupuk organik mengandung unsur K yang berperan sebagai aktivator berbagai jenis enzim. Dengan demikian, enzim-enzim yang dihasilkan oleh bakteri dapat beraktivitas maksimal dalam proses metabolisme tanaman karet dengan bantuan unsur K. Disamping itu, Rizobakteria pemacu pertumbuhan tanaman diketahui berperan dalam proses ekosistem penting seperti pengendali biologi patogen tanaman, siklus nutrisi atau unsur hara dan pertumbuhan tanaman (Nelson et al., 2004). Siklus nutrisi atau unsur hara berhubungan dengan fiksasi N non simbiotik dan berperan meningkatkan ketersediaan P serta unsur hara lainnya dalam tanah. Mikroba pelarut fosfat mensekresikan sejumlah asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat dan suksinat yang mampu membentuk khelat dengan kation-kation seperti Al dan Fe pada tanah ultisol atau lahan marginal sehingga berpengaruh terhadap pelarutan fosfat yang efektif sehingga P menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Rao, 1994). Sehingga dengan tersedianya unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman karet ini menyebabkan tanaman karet tumbuh dengan baik dan ini juga akan menunjang berat kering tanaman karet, sehingga berat kering tanaman karet juga akan menjadi tinggi.

J. Bobot Segar Akar

Pengaruh interaksi antara perlakuan jenis rhizobakteria dengan penggunaan berbagai pupuk organik sebagai media tanam berbeda nyata terhadap bobot segar akar tanaman karet. Pengaruh perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik terhadap bobot segar tanaman karet dapat dilihat pada Tabel 11.

Dari Tabel 11 di bawah dapat diketahui bahwa terdapat interaksi antara jenis rhizobakteria dengan pupuk organik terhadap bobot segar akar tanaman karet. Rhizobakteria jenis RZ_{1,1}GT₀₁ menunjukkan bobot segar akar tanaman karet tertinggi pada jenis pupuk organik kompos daun karet yaitu 14,73 gram yang berbeda nyata dengan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam yaitu 7,83 gram dan 10,8 gram.

Rhizobakteria RZ_{1,1}GT₀₁ masih menunjukkan bobot segar akar tanaman karet tertinggi pada setiap pupuk organik kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam yang berbeda nyata dengan jenis rhizobakteria RZ_{1,2}IRR₁₁₂, RZ_{1,2}IRR₁₁₈, RZ_{1,4}PB₂₆₀ dan tanpa rhizobakteria.

Tabel 11. Bobot Segar Akar Tanaman Karet yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI.

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
	-----gram-----		
Tanpa Rb	5,73 b A	3,87 b A	5,22 b A
RZ _{1,1} GT ₀₁	14,73 a A	7,83 a C	10,8 a B
RZ _{1,2} IRR ₁₁₂	4,56 b A	4,95 b A	4,36 b A
RZ _{1,2} IRR ₁₁₈	4,63 b A	4,53 b A	4,13 b A
RZ _{1,4} PB ₂₆₀	6,08 b A	4,43 b A	3,30 b A

KK = 26,94%

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Kemampuan *PGPR* menghasilkan fitohormon, membuat tanaman dapat menambah luas permukaan akar-akar halus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi di

dalam tanah. Hasil penelitian Masnilah *et al* (2009) menunjukkan bahwa perlakuan *PGPR* dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman kedelai dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini menyebabkan penyerapan unsur hara dan air dapat dilakukan dengan baik, sehingga kesehatan tanaman juga semakin baik. Dengan semakin baiknya kesehatan tanaman, ketahanan tanaman terhadap tekanan juga akan semakin meningkat. Baik tekanan karena faktor biotik seperti gangguan OPT, maupun tekanan abiotik seperti suhu dan kelembaban.

Induksi Rizobakteria sebagai agen hayati mampu menyediakan unsur hara tertentu seperti Fe, P dan N, ke tiga unsur-unsur tersebut sangat penting dalam meningkatkan proses metabolisme di dalam sel. Unsur fosfor sangat penting dalam pembentukan protein dengan berkurangnya unsur fosfor menyebabkan asam amino dan protein yang terbentuk berkurang pula. Dengan demikian pengaruh perlakuan rhizobakteria pada awal pertumbuhan menyebabkan adanya perubahan pertumbuhan akar tanaman, selanjutnya akan meningkatkan bobot segar akar.

Jenis rizobakteria sangat mempengaruhi bobot segar akar, aplikasi rizobakteria terlihat lebih mampu meningkatkan bobot segar akar dikarenakan rizobakteria merupakan mikroba yang mampu menghasilkan *IAA* dan dapat berasosiasi dengan tanaman dan selain itu rizobakteria dapat membantu proses dekomposisi bahan-bahan organik didalam tanah sehingga penyerapan hara oleh tanaman lebih sempurna yang secara tidak langsung mampu meningkatkan produktifitas tanaman (Widodo, 2006).

Rhizobakteria mampu merombak selulosa dan lignin secara baik untuk digunakan sebagai sumber energi. Selulosa merupakan polisakarida yang mempunyai ikatan tipe β (1- 4) yang sukar dirombak. Rhizobakteri yang mampu merombak selulosa harus mampu mematahkan ikatan tersebut sehingga menjadi senyawa monomer karbohidrat yang lebih sederhana yang akan lebih mudah dirombak. Monomer karbohidrat tersebut kemudian akan mengalami estafeta metabolisme sel untuk digunakan sebagai sumber energy (Sitepu *et al*, 2010).

Lignin merupakan polimer *Guaiacylglycerol- β -coniferyl ether* yang sukar dirombak. Menurut (Martin, 1977) bakteri yang merombak lignin harus mampu

mematahkan ikatan β dan membuka cincin gugus *Protocatehuic acid* untuk digunakan sebagai sumber karbon (lihat path way dekomposisi lignin). Dengan demikian, rhizobakteri yang mampu merombak lignin sangat berpotensi untuk dekomposer bahan organik karena komponen bahan organik tanah yang lain jauh lebih sederhana dibanding lignin. Selain itu, kondisi alamiah tanah secara rerata relatif lebih kaya unsur hara makro dan mikro (Buckman and Brdy, 1982). Dengan demikian isolat-isolat tersebut akan lebih mudah beradaptasi di dalam tanah dan sangat berpotensi digunakan sebagai dekomposer bahan organik karena dengan mampu merombak selulosa dan lignin akan lebih mudah merombak senyawa karbohidrat yang lebih sederhana seperti glukosa, fruktosa hemiselulosa dan lain-lain. Menurut Martin (1977) dan Metting (1990), selulosa dan lignin merupakan komponen bahan organik yang sukar dirombak dibanding senyawa karbohidrat yang lain yang lebih sederhana. Sehingga penggunaan rhizobakteria dan pupuk kompos daun karet cocok untuk tanaman karet.

K. Bobot Kering Akar

Interaksi antara rhizobakteria dengan pupuk organik menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap bobot kering akar tanaman karet, demikian juga untuk pemberian jenis rhizobakteria dan pupuk organik. Data bobot kering akar tanaman karet yang diberi perlakuan berbagai jenis rhizobakteria dan pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 12.

Dari Tabel 12 di bawah diketahui bahwa pemberian pupuk organik dan beberapa jenis rhizobakteria berbeda tidak nyata terhadap bobot kering akar tanaman karet. Bobot kering akar tanaman karet berkisar antara 4,35 – 8,50 gram.

Gardner *et al.* (1991), menyatakan bahwa peningkatan bobot kering dipengaruhi oleh laju fotosintetis, dimana laju fotosintetis dapat berjalan jika tanaman dapat menerima dan menggunakan cahaya matahari secara optimal. Jadi semakin besar laju fotosintesis tanaman tersebut maka bobot kering akarnya akan semakin meningkat, ini dipengaruhi juga oleh ketersediaan cahaya dari matahari, suhu dan kelembaban yang mempengaruhi bobot kering akar tanaman karet.

Tabel 12. Bobot Kering Akar Tanaman yang diberi Rhizobakteria dan Pupuk Organik Umur 16 MSI

Jenis Rhizobakteria	Jenis Pupuk Organik		
	Kompos Daun Karet	Pupuk Kandang Sapi	Pupuk Kandang Ayam
-----gram-----			
Tanpa Rb	5,55	5,47	7,41
RZ _{1.1} GT ₀₁	7,92	7,37	4,87
RZ _{1.2} IRR ₁₁₂	6,31	7,19	6,69
RZ _{1.2} IRR ₁₁₈	4,35	6,73	6,06
RZ _{1.4} PB ₂₆₀	8,50	6,37	5,24

KK = 32,86%

Angka-angka pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji F taraf 5%.

Pupuk organik ini mengandung unsur hara N yang membantu pertumbuhan tanaman karet, menurut supramudho (2008) pada tanaman, nitrogen berfungsi untuk memperbesar ukuran tanaman dan meningkatkan persentase protein. Ukuran akar tanaman yang besar dan protein yang banyak akan meningkatkan berat kering akar tanaman tetapi apabila tanaman mengalami banyak kehilangan air dan tanaman tersebut juga telah mengalami respirasi dengan sendirinya, maka berat kering akar tanaman juga akan menurun, sehingga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Peningkatan ketersediaan hara menyebabkan tanaman akan memanfaatkan hara dengan baik, sebagai menjadi bahan baku terbentuknya asimilat pada tanaman (Purcell et al., 2002; Lawlor, 1993). Jumlah asimilat yang terbentuk pada tanaman yang lebih tinggi menyebabkan produksi bobot kering akar tanaman semakin meningkat. Ini disebabkan oleh kurang tersedianya hara dari pupuk organik sehingga hara yang diserap oleh akar tanaman dari kompos daun karet, pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam belum sempurna, asimilatpun belum terbentuk pada tanaman tersebut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pemberian rhizobakteria yang diisolasi dari perakaran tanaman karet dan pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan bibit tanaman karet dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat interaksi terbaik antara rhizobakteria RZ_{1.1}GT₀₁ dengan pupuk organik kompos daun karet yaitu pada bobot segar tanaman karet, bobot kering tanaman karet, dan bobot segar akar tanaman karet.
2. Pemberian rhizobakteria meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit dan lebar kanopi daun tanaman karet.
3. Pemberian pupuk organik meningkatkan pertumbuhan lebar kanopi daun, jumlah daun, dan pertambahan panjang akar primer tanaman karet.

B. Saran

Hasil penelitian ini disarankan untuk dilanjutkan agar diperoleh rhizobakteria yang dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk hayati, juga diperoleh rhizobakteria dan pupuk organik terbaik bagi pertumbuhan tanaman karet.

DAFTAR PUSTAKA

- Amyपालुपु, K.. 2003. Pengaruh penggunaan pupuk organik dan periode pemberian air terhadap pertumbuhan bibit karet dalam kantong plastik. Pusat Penelitian Perkebunan Sumbawa. Sumbawa.
- Ansori, H C. 2005. pengaruh lama penyimpanan terhadap pertumbuhan karet asal stump mata tidur pada berbagai media tanam di polybag. Skripsi. Tidak dipublikasikan.
- Anwar, C. 2006. Manajemen dan teknologi budidaya karet. Makalah pelatihan "Tekno Ekonomi Agribisnis Karet" .18 Mei 2006. Jakarta.
- Aribawa, I. B. 2008. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Urea Terhadap Sifat Tanah dan Hasil Kacang Panjang di Lahan Kering Pinggiran Perkotaan Denpasar Bali. Pengkajian Teknologi Pertanian Bali. www.deptan.go.id [31 Maret 2009).
- Arif. R. 2007. Peranan Pupuk Organik terhadap Tanaman. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Tidak Dipublikasikan.
- Awais, M., A.A. Shah, A. Hameed, and F. Hasan. 2007. Isolation, identification and optimization of bacitracin produced by *Bacillus* sp. Pak. J. Botany 39(4):1303-1312
- Badan Pusat statistik (BPS). 2009. Perkembangan Industri Karet di Indonesia. Gramedia. Jakarta.
- Balittanah. 2006. Pupuk Kandang Sapi. Gramedia. Jakarta.
- Burhendhy, I dan Kuswanhadi. 1992. Pengaruh ukuran polibeg pada pertumbuhan bibit berbagai klon karet. Buletin Perkebunan Rakyat.Pusat Penelitian Perkebunan Sembawa. 8(2): 95-101.
- Boyer, J.S. 2006. Water Production in Dry Regions. I. Background Principles. Leonard-Hill, London.
- Brady U. 1974. Peranan Pupuk Organik Pada Tanaman. Gramedia. Jakarta.
- Brady U. 1990. Pupuk Organik. Gramedia. Jakarta.
- Burhanudin. Y, Zubaidah, A. Tasnim. 1999. Pupuk Kandang. Gramedia. Jakarta.
- Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1.670-1.680.

- Ceson, R., F.J.G. Manero, A. Probanza, B. Ramos, J.A.L. Garcia. 2005. Effects of two plant growth promoting rhizobacteria on the germination and growth of pepper seedlings (*Capsicum annuum*) cv. Roxy. <http://taylorandfrancis.metapress.com/app/home/contribution.asp?wasp>[1 Feb 2005].
- Chan, E.C.S., H. Katznelson, and J.W. Rouatt. 1963. The influence of soil and root extracts on the associative growth of selected soil bacteria. *Can. J. Microbiol.* 9: 187-197.
- Chesson IP. 1997. Manfaat Pupuk Kandang Sapi. Gramedia. Jakarta.
- Cosico WC. 2003. Organic fertilizer. Their Nature Properties and Use. University of The Philipines at Los Banos.
- Devinny JS, Deshusses MA, and Webster TS. 2004. Biofiltration for Air Pollution Control. Lewis, New York.
- Devlin, R. 2002. Plant Physiology. 3rded. D. Van Nostrand Co, New York.
- Dewi, IR. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman. [Http://pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2009/06/makalah_fitohormon.pdf](http://pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2009/06/makalah_fitohormon.pdf). 2 April 2012. Djaja W. 2008. Langkah Jitu Membuat Kompos. Agromedia. Jakarta.
- Gardner, R.B., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell, 1991. Fisiologi Tanaman Budaya. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 4: 109-117.
- Grayston, S.J., S. Wang, C.D. Campbe ll, and A.C. Edwards. 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.* 30: 369-378
- Hakim, D. J. and M. E. Trenkel. 2002. IFA World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association, Paris.
- Harada Y, Haga K, Osada T, and Koshino M. 2004. Quality of Compost Produced From Animal Wastes. Ibaraki, Jepang.
- Hardjowigwno, S. 1992. Pupuk Organik. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta. 233 hal.
- Hasanuddin. 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganisme Alam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Fakultas Pertanian USU. Sumatera Utara. 9 hal.

- Kennedy, A.C. 1998. The rhizosphere and spermosphere. p. 389-407. In Silvia et al. (Eds.). Principles and Application of Soil Microbiology. Prentice Hall. New Jersey.
- Kennedy, I.R., A.T.M.A. Choudhury, and M.L. Kecskes. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biol. Biochem.* 36(8):1229-1244.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents. p. 255-274. In F.B. Meeting, Jr. (Ed.). *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Kloepper, J.W. and M.N. Schroth. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. p. 879-882. In Angers (Ed.). *Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*.
- Kloepper, J.W. and M.N. Schroth. 1981. Relationship in vitro antibiosis of plant growth promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70: 1.078-1.082.
- Kuswanhadi. 1990. *Pembibitan Tanaman Karet*. Gramedia. Jakarta.
- Lakitan. B. 2001. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo. Persada. Jakarta.
- Lawlor, R. A and D. E. Stead. 1993. *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*. London : Blackwell Scientist Publication.
- Liang Y, Quan X, Chen J, Chung JS, Chen S, Xue D, and Zhao Y. 2000. Long Term Result of Ammonia Removal and Transformation by Biofiltration. *Journal of Hazardous Materials (B80)* 259-269.
- Masganti. 2012. *Teknik Budidaya Tanaman Karet*. PT. Meliana Sari. Surabaya.
- Masnilah, R., P. A. Mihardja, dan T. Arwiyanto. 2007. Efektivitas Isolat *Bacillus* spp. Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Batang Berlubang *Erwiniacarotovora* pada Tembakau di Rumah Kaca. *Jurnal Mapeta* 9(3): 154-165.
- Nasaruddin, 2010. *Nutrisi Tanaman Jilid 1*. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak di publikasikan

- Nelson, L.M. 2004. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Prospects for New Inoculants. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV. 2004, Plant Management Network.
- Notohadiprawiro. 2001. Tanah dan Lingkungan. Dirjen Pendidikan Tinggi Depdikbud. Jakarta.
- Nurmi. 2015. Interaksi Rhizobakteria dan Pupuk Organik dalam Peningkatana Pertumbuhan Bibit Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Universitas Andalas. Padang.
- Nuryamsi, D., O. Sopandi, D. Erfandi, Sholeh, dan I P.G. Widjaja-Adhi. 2005. Penggunaan bahan organik, pupuk P dan K untuk meningkatkan produktivitas tanah podsolik (Typic Kandiuults
- Pahan IT. 2008. Morfologi Tanaman Karet. Gramedia. Jakarta.
- Purcell M, Macett B, Getta L. 2002. Fisiologi Tanaman Karet. Benua Indah. Yogyakarta.
- Rizqiani, F.N., E. Ambarwati., N.W. Yuwono. 2007. Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Dataran Rendah. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 7 No.1, 2007: 43-53.
- Rovira, A.D. 1965. Interactions between plant roots and soil micro-organisms. *Annu. Rev. Microbiol.* 19: 241-266.
- Rumusan Lokakarya Pemuliaan Tanaman Karet. 2005. Gramedia. Jakarta.
- Salikin K A. 2003. Sistem Pertanian Berkelanjutan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Schipper R, Hettri L, Rogan J, 1987. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing.Co., New Delhi.
- Scholes G T. 1994. Pupuk Organik. Gramedia. Jakarta.
- Schroth, M.N., and J.G. Handcock. 1982. Disease-suppressive soil and root-colonizing bacteria. *Science* 216: 1.376-1.381.
- Setiawan, K dan Andoko, DS. 2000. Pembibitan Tanaman Karet. Gramedia. Bandung.
- Setyamidjaja, D., 2001. Pupuk dan Pemupukan. Simplex, Jakarta.
- Setyamidjaja, D. 1993. Tanaman Karet. PT. Aska. Yogyakarta. 304 hal.

- Sheela, T. And Usharani. 2013. Influence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the growth of maize (*Zea Mays L.*). *Golder Research Thoughts*, 3(6): 1-4.
- Silva, H.S.A, R.S.R. Romeiro, D. Macagnan, B.A.H. Veira, M.C.B. Pereira, and A. Mounteer. 2003. Rhizobacterial induction of systemic resistance in tomato plant: non-specific protection and increase in enzym activities. *Biol Control* 29: 288-295.
- Siregar dan Suhendry. 2013. *Prospek Tanaman Karet. Revisi ke-9*. Yogyakarta.
- Siregar, T.H.S. 2007. *Teknik Penyadahan Karet. Revisi ke-7*. Kanisius. Yogyakarta. 53 hal.
- Sitepu, I.R., Aryanto, Y. Hashidoko, dan M. Turjaman. 2010. Aplikasi rhizobakteri penghasil fitohormon untuk meningkatkan pertumbuhan bibit *Aquilaria sp.* di persemaian. *Info Hutan*, 7(2): 107-116.
- Soejono, L. 2001. *Manfaat Pupuk Kandang Ayam*. Gramedia. Jakarta.
- Stevenson, R. 1982. *Pupuk Organik dan Peranannya*. Gramedia. Jakarta.
- Sudarkoco, C I. 1992. *Pupuk Kandang Sapi*. CV. Citra Alike. Surabaya.
- Sudarsono, M. 2012. *Hama dan Penyakit Tanaman Perkebunan*. Gramedia. Jakarta.
- Sun Y, Clanton CJ, Janni KA, and Malzer GL. 2000. Sulfur and nitrogen balance in biofilters for odorous gas emission control. *American Society of Agricultural Engineers*. 43(6):1861-1875.
- Supramana, P, Supriadi, L dan Harni R. 2007. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Untuk Mengendalikan Nematoda Peluka Akar (*Prathylenchus brachyurus*) Pada Tanaman Nilam. Laporan Hasil penelitian Institut Pertanian Bogor dengan Litbang Pertanian Proyek KKP3T.
- Supramudho, N.G. 2008. Efisiensi Serapan N serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) pada Berbagai Imbangan Pupuk Kandang Puyuh dan Pupuk Anorganik di Lahan Sawah Palur Sukoharjo. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Susetya, M. 2011. *Pupuk Organik, Kompos dan Manfaatnya*. CV. Bina Angkasa Jaya. Jakarta.

- Sutriadi, M.T., R. Hidayat, S. Rochayati, dan D. Setyorini. 2005. Ameliorasi lahan dengan fosfat alam untuk perbaikan kesuburan tanah kering masam Typic Hapludox di Kalimantan Selatan. hlm. 143-155 Dalam Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumber Daya Tanah dan Iklim. Buku II. Bogor, 14-15 September 2004. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Tejasuwarna, G. 1999. Pupuk Organik. Gramedia. Bandung.
- Tenuta, M. 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Prospect for increasing nutrient acquisition and disease control. Available: http://www.umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2003/pdf/tenuta_rhizobacteria.pdf .[Accessed 22 July 2006].
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C. Boro, M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Sci* 86:978-985.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2013. Pedoman Bertanam Karet. CV. Nuansa Aulia. Bandung.
- Tjondronegoro, P. D., M. Natasaputra, A. W. Gunawan, M. Djaelani, dan A. Suwanto. 2003. Botani Umum. Bogor: PAU Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.
- Wall, S R. 2006. Molecular Mechanism of Plant Growth Promotion Rhizobacteria. *Lab Biotechnology*. 552-113.
- Wasrin, U R, Setiabudhi, dan A E Putera, 1997. Pupuk Organik. Lampung dan Jambi. ASB II.
- Wasrin, U R. 2007. Manfaat Pupuk Organik. CV. Astra. Lampung.
- Whipps, J. M. 2008. Microbial Interaction and Biocontrol in The Rhizosphere *J Exp Bot*. 52:4 487-511.
- Widodo, Kade G.A., Sudarsono, Ilyas S., 2006. Karakter Fisiologis dan Keefektifan Isolat Rizobakteri Sebagai Agens Antagonis *Colletrichum Capsici* dan Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai Kultura 41 (1) : 28 – 34, March 2006.
- Widowati, L.R., Sri Widati, U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005 (Tidak dipublikasikan).

- Wudianto R. 2001. Membuat Stek, Cangkokan dan Okulasi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yamashita, K. 2007. The effects of prolonged application of farmyard manure on the nature of soil organic matter and chemical and physical properties of paddy rice soils. Bull. Kyushu Agric. Exp. Stn. 23: 113-156.
- Yanti, Y dan Resti Z. 2010. Induksi ketahanan tanaman bawang merah dengan Bakteri rhizoplan indigenus terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Allii*). Dalam Yanti, Y., Trimurti Habazar, Zurai Resti, Dewi Suhailita, 2013. Jurnal HPT Tropika 13 (1):24-34.
- Yanti, Y, Trimurti, H, Zenia, R, dan Deni, S, 2013. Penapisan Isolat Rhizobakteri Dari Perakaran Tanaman Kedelai Yang Sehat Untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* Pv. *Glycines*). Jurnal HPT Tropika 13(1):24-34.
- Yanti, Y. 2013. Penapisan Isolat Rhizobakteri dari Perakaran Tanaman Kedelai yang Sehat untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* PV. *Glycines*). Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

Lampiran 1. Tabel Sidik Ragam Pengamatan Tanaman Karet

a. Tinggi Bibit

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	184.34	13.17	3.23*	2.04
Faktor utama (A)	4	141.93	35.48	8.69*	2.69
Faktor utama (B)	2	9.96	4.98	1.22 ^{tn}	3.32
Interaksi A x B	8	32.45	4.06	0.99 ^{tn}	2.27
Galat	30	122.45	4.08		
Total	44	306.79			

KK = 16.52 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

b. Diameter Batang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	0.026	0.00187	1.385 ^{tn}	2.04
Faktor utama (A)	4	0.006	0.00140	1.037 ^{tn}	2.69
Faktor utama (B)	2	0.009	0.00425	3.148 ^{tn}	3.32
Interaksi A x B	8	0.012	0.00151	1.118 ^{tn}	2.27
Galat	30	0.406	0.00135		
Total	44	0.067			

KK = 15.7 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

c. Lebar Kanopi Daun

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	294.02	21.00	5.36*	2.04
Faktor utama (A)	4	108.13	27.03	6.89*	2.69
Faktor utama (B)	2	140.20	70.10	17.88*	3.32
Interaksi A x B	8	45.69	5.71	1.46 ^{tn}	2.27
Galat	30	117.54	3.92		
Total	44	411.56			

KK = 12.42 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

d. Jumlah Daun

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	285.15	20.37	2.62*	2.04
Faktor utama (A)	4	70.09	17.52	2.26 ^{tn}	2.69
Faktor utama (B)	2	75.55	37.78	4.87*	3.32
Interaksi A x B	8	139.51	17.44	2.25 ^{tn}	2.27
Galat	30	232.83	7.76		
Total	44	517.98			

KK = 14.67 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

e. Pertambahan Panjang Akar Primer

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	19.68	1.41	1.88 ^{tn}	2.04
Faktor utama (A)	4	1.09	0.27	0.36 ^{tn}	2.69
Faktor utama (B)	2	16.02	8.01	10.68*	3.32
Interaksi A x B	8	2.57	0.32	0.43 ^{tn}	2.27
Galat	30	22.46	0.75		
Total	44	42.14			

KK = 29.36 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

f. Panjang Cabang Akar Primer Terpanjang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	6.94	0.49	0.73 ^{tn}	2.04
Faktor utama (A)	4	1.34	0.34	0.51 ^{tn}	2.69
Faktor utama (B)	2	3.23	1.62	2.42 ^{tn}	3.32
Interaksi A x B	8	2.37	0.29	0.43 ^{tn}	2.27
Galat	30	20.18	0.67		
Total	44	27.12			

KK = 24.55 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

g. Bobot Segar Tanaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	553.53	39.54	59.10*	2.04
Faktor utama (A)	4	497.98	124.49	186.08*	2.69
Faktor utama (B)	2	6.29	3.15	4.71*	3.32
Interaksi A x B	8	49.25	6.16	9.21*	2.27
Galat	30	20.07	0.67		
Total	44	573.60			

KK = 7.66 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

h. Bobot Kering Tanaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	15.97	1.14	4.40*	2.04
Faktor utama (A)	4	9.53	2.38	9.19*	2.69
Faktor utama (B)	2	0.11	0.06	0.23 ^{tn}	3.32
Interaksi A x B	8	6.33	0.79	3.05*	2.27
Galat	30	7.78	0.26		
Total	44	23.75			

KK = 10.83 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

i. Bobot Segar Akar

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	393.89	28.135	10.95*	2.04
Faktor utama (A)	4	303.83	75.958	29.56*	2.69
Faktor utama (B)	2	33.93	16.965	6.60*	3.32
Interaksi A x B	8	56.13	7.016	2.73*	2.27
Galat	30	77.11	2.57		
Total	44	471.00			

KK = 26.94 %

Keterangan: tn = Berbeda tidak nyata
* = Berbeda nyata

j. Bobot Kering Akar

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kudrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	14	6.36	0.45	0.92 ^{tn}	2.04
Faktor utama (A)	4	0.84	0.21	0.43 ^{tn}	2.69
Faktor utama (B)	2	0.31	0.16	0.33 ^{tn}	3.32
Interaksi A x B	8	5.21	0.65	1.33 ^{tn}	2.27
Galat	30	14.84	0.49		
Total	44	21.2			

KK = 32.86 %

Keterangan:

tn = Berbeda tidak nyata
 * = Berbeda nyata

Lampiran 3. Denah penempatan unit percobaan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

A4B3.I	A1B3.I	A4B1.II	A1B2.I	A3B1.I
A0B3.III	A3B3.I	A1B1.I	A4B2.I	A2B1.III
A2B2.II	A3B1.II	A2B3.III	A3B2.I	A0B2.I
A4B1.I	A1B3.II	A4B3.II	A0B1.III	A2B3.1
A0B1.II	A3B3.III	A1B2.II	A4B1.III	A0B3.I
A2B1.II	A0B2.III	A3B2.II	A0B1.I	A3B3.II
A4B2.II	A3B1.III	A4B3.III	A2B2.III	A0B2.II
A2B2.I	A1B3.III	A2B3.II	A1B2.III	A2B1.I
A1B1.III	A3B2.III	A1B1.II	A4B2.III	A0B3.II

Keterangan :

- A0 : Tanpa Rhizobakteria (RB) 0
 A1 : Isolat RZ_{1.1}GT01
 A2 : Isolat RZ_{1.2}IRR112
 A3 : Isolat RZ_{1.2}IRR118
 A4 : Isolat RZ_{1.4}PB260
 B1 : Kompos daun karet
 B2 : Pupuk kandang sapi
 B3 : Pupuk kandang ayam
 I, II, III : Ulangan

Lampiran 4. Cara Pembuatan Kompos

- Bahan :
1. 10 kg pupuk kandang sapi
 2. 25 kg daun karet
 3. 1,5 liter bakteri
 4. 5 kg tanah humus
 5. 5 kg dedak

Cara :

Daun karet dicacah lalu diaduk dengan pupuk kandang sapi, tanah humus dan dedak, diaduk rata. Lalu disiram dengan 0,5 liter bakteri, diaduk dan ditutup dengan plastik. Setelah tujuh hari disiram kembali dengan 0,5 liter bakteri, adu rata dan ditutup. Pada hari ke 14 siram lagi dengan 0,5 liter bakteri dan diaduk rata lalu ditutup dengan plastik. Setelah 21 hari biasanya kompos sudah matang dan siap untuk digunakan (Susetya, 2011)

Lampiran 5. Deskripsi Klon PB 260

KLON PB 260 (PB 5/51 x PB 49)

Deskripsi

1. Helaian daun

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| a. Warna | : hijau tua |
| b. Kilauan | : mengkilap |
| c. Tekstur | : halus |
| d. Kekakuan | : kaku |
| e. Bentuk | : bulat telur |
| f. Pinggiran daun | : agak bergelombang |
| g. Penampang memanjang | : lurus |
| h. Penampang melintang | : bentuk V |
| i. Posisi helaian daun: | terpisah-bersinggungan |
| j. Simetris daun pinggir | : simetris |
| k. Ukuran daun | : 2,4 : 1 |
| l. Ujung daun | : sedang |

2. Anak tangkai daun

- | | |
|------------|--------------------------------------|
| a. Posisi | : agak terkulai |
| b. Bentuk | : lurus |
| c. Panjang | : agak panjang |
| d. Sudut | : sempit ($\leq 60^\circ\text{C}$) |

3. Tangkai daun

- | | |
|----------------|------------|
| a. Posisi | : mendatar |
| b. Bentuk | : lurus |
| c. Panjang | : sedang |
| d. Ukuran kaki | : sedang |
| e. Bentuk kaki | : rata |

4. Tangkai daun

- | | |
|------------------------|-----------|
| a. Payung | : kerucut |
| b. Besar | : sedang |
| c. Kerapatan permukaan | : terbuka |

- d. Jarak antar payung : sedang
5. Mata
- a. Letak mata : rata
- b. Bekas tangkai daun : rata
6. Kulit batang
- a. Corak kulit gabus : bentuk jala terputus-putus
- b. Warna kulit gabus : coklat tua
7. Warna lateks : putih-kekuningan

Ciri –ciri khusus klon PB 260 :

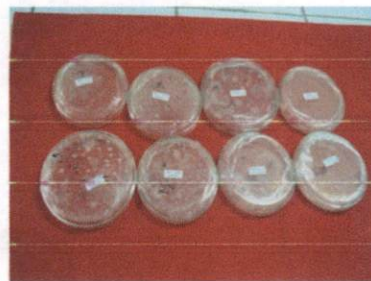
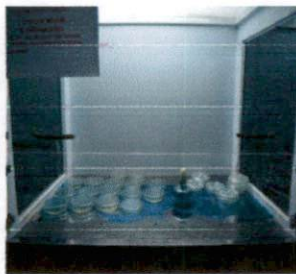
- Bentuk : pipih
- Ukuran : sedang
- Warna dasar : putih
- Warna mozaik : coklat
- Bentuk : sambung menyambung

(Rumusan Lokakarya Pemuliaan Tanaman Karet, 2005).

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



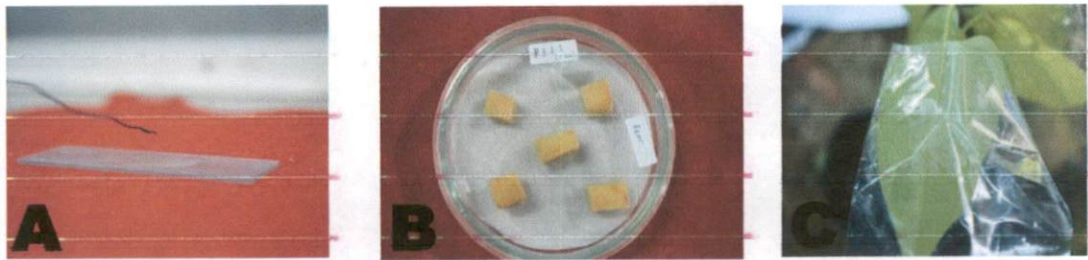
Gambar a. Pengambilan Sampel Tanah Perakaran Tanaman Karet



Gambar b. Pengenceran



Gambar c. Perbanyakan rhizobakteria



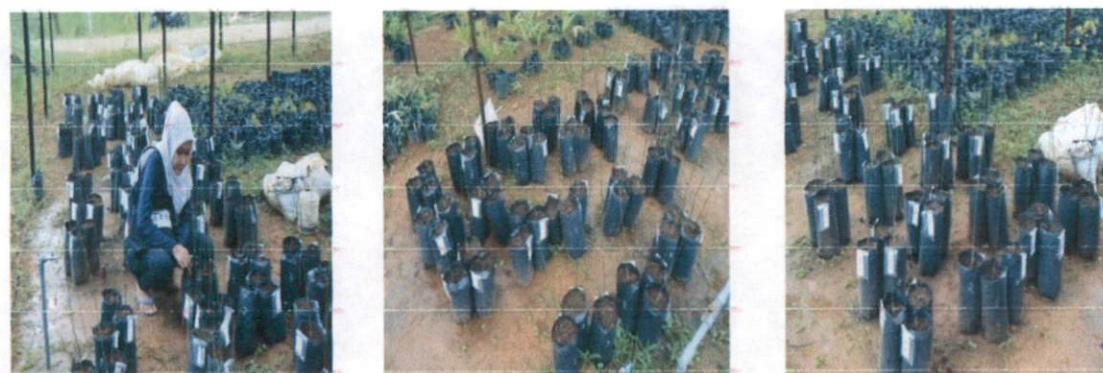
Gambar d. Uji isolat rhizobakteria: A. Uji gram, B. Uji pektinase, C. Uji Hipersensitif



Gambar e. Pembuatan Kompos



Gambar f. Perendaman tanaman karet dengan rhizobakteria



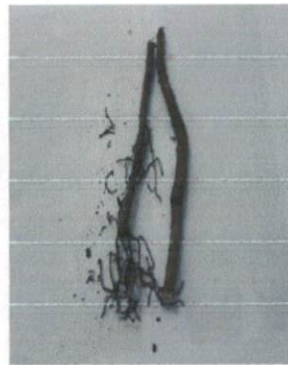
Gambar g. Penanaman bibit tanaman karet



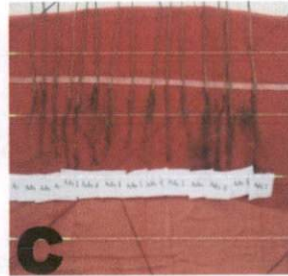
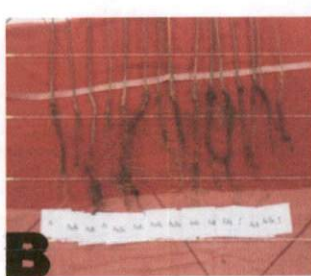
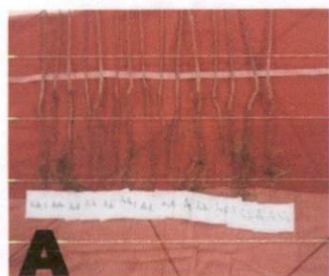
Gambar h. Awal muncul tunas bibit tanaman karet umur 5 HST



Gambar i. Jumlah daun bibit tanaman karet berumur 2 MST



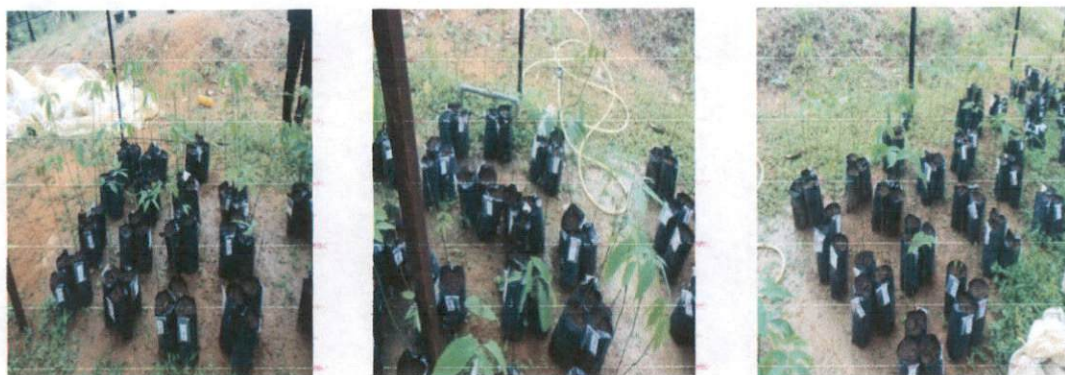
Gambar j. Bobot segar dan bobot kering tanaman dan akar



Gambar k. Pengukuran panjang akar tanaman karet : A. Kompos daun karet, B. Pupuk kandang sapi, C. Pupuk kandang ayam.



Gambar l. Bibit tanaman karet yang diberi perlakuan rhizobakteria : A. Tanpa rhizobakteria, B. Isolat RZ_{1,1}GT₀₁, C. Isolat RZ_{1,2}IRR₁₁₂, D. Isolat RZ_{1,2}IRR₁₁₈, E. Isolat RZ_{1,4}PB₂₆₀.



Gambar m. Bibit tanaman karet yang diberi perlakuan pupuk organik :A. Pupuk kompos daun karet, B. Pupuk kandang sapi, C. Pupuk kandang ayam.

Lampiran 7 : Ciri-Ciri Tanaman Karet yang digunakan sebagai Batang Bawah Berumur 4 Bulan (Siap Untuk Diokulasi)

- Diameter batang sudah mencapai 0,5-1 cm
- Tinggi tanaman sudah mencapai 13-20 cm
- Sudah memiliki 1-2 payung
- Lebar kanopi daun sudah mencapai 15-20 cm
- Jumlah daun sudah mencapai 20-25 helai
- Memiliki perakaran yang kuat dan daya serap hara yang baik
- Murni klon anjuran untuk batang bawah dengan kemurnian > 70%

Batang Bawah (*Rootstock*) adalah tanaman yang masih muda ditanam secara generatif dari biji, dipakai untuk tempat tumbuhnya mata tunas yang diambil dari batang atas. Biji yang ditanam untuk batang bawah harus diketahui pohon induknya dan merupakan klon yang direkomendasikan oleh Balai Penelitian Karet untuk batang bawah. Klon yang dianjurkan untuk batang bawah adalah klon GT.1, LCB 1320, PB 260 dan AVROS 2037 (Tim Karya Tani Mandiri, 2013).