

**PENGUJIAN DOSIS *Trichoderma* sp. DALAM
PERTUMBUHAN DAN PENGENDALIAN JAMUR AKAR
PUTIH (JAP) PADA PEMBIBITAN KARET**



SKRIPSI

Oleh :

Ike Karlina
NPM. E1J014007

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLO
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
2021**

**PENGUJIAN DOSIS *Trichoderma* sp. DALAM
PERTUMBUHAN DAN PENGENDALIAN JAMUR
AKAR PUTIH (JAP) PADA PEMBIBITAN KARET**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu

Oleh :

Ike Karlina
NPM. E1J014007

Pembimbing :

Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc
Ir. Bambang Gonggo Murcitra, MS

Bengkulu
2021

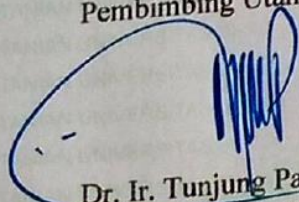
**PENGUJIAN DOSIS *Trichoderma* sp. DALAM
PERTUMBUHAN DAN PENGENDALIAN JAMUR
AKAR PUTIH (JAP) PADA PEMBIBITAN KARET**

Oleh :

Ike Karlina
NPM. E1J014007

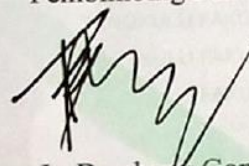
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji pada tanggal :
06 Mei 2021

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc.
NIP. 19650314 198903 1 016

Pembimbing Pendamping



Ir. Bambang Gonggo Murcitro, M.S.
NIP. 19590714 198603 1 003

Mengetahui,
Fakultas Pertanian,
Dekan,



Dr. Ir. Dwi Wahyuni Ganefianti, M.S.
NIP. 19631114 198803 2 012

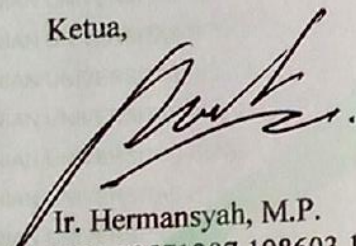
**PENGUJIAN DOSIS *Trichoderma* sp. DALAM
PERTUMBUHAN DAN PENGENDALIAN JAMUR
AKAR PUTIH (JAP) PADA PEMBIBITAN KARET**

Oleh :

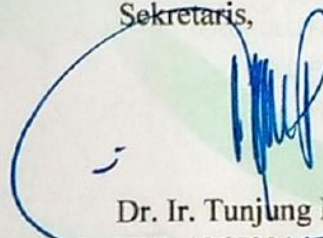
Ike Karlina
NPM. E1J014007

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :
18 Mei 2021

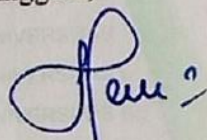
Ketua,


Ir. Hermansyah, M.P.
NIP. 19571207 198603 1 001

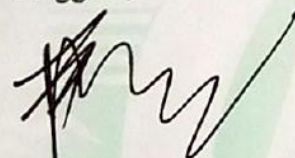
Sekretaris,


Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc.
NIP. 19650314 198903 1 016


Anggota,


Dr. Ir. Hendri Bustamam, M.S.
NIP. 19611126 198603 1 001

Anggota,


Ir. Bambang Gonggo Murcitra, M.S.
NIP. 19590714 198603 1 003

Mengetahui,
Fakultas Pertanian,
Dekan,



Dr. Ir. Dwi Wahyuni Ganefianti, M.S.
NIP. 19631114 198803 2 012

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Pengujian Dosis *Trichoderma* sp. Dalam Pertumbuhan Dan Pengendalian Jamur Akar Putih (JAP) Pada Pembibitan Karet" ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Institusi Pendidikan, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bengkulu, September 2021

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SERBESERAI TEMPEL' and '10574FAJX 74661242'.

Ike Karlina
NPM. E1J014007

ABSTRAK

Pengujian Dosis *Trichoderma* sp. Dalam Pertumbuhan Dan Pengendalian Jamur Akar Putih (JAP) Pada Pembibitan Karet (Ike Karlina dibawah bimbingan Tunjung Pamengkas dan Bambang Gonggo Murcitra. 2021. 36 halaman)

Penyakit jamur akar putih merupakan salah satu penyakit pada tanaman karet yang dapat menimbulkan kerugian terbesar karena kematian tanaman dan biaya yang cukup tinggi untuk pengendalian penyakit. Penyakit akar putih disebabkan oleh jamur *Rigidoporus microporus* (*R. lignosus*) yang mengakibatkan kerusakan pada akar tanaman. Pengendalian penyakit dengan menggunakan agens hayati, seperti *Trichoderma*, banyak dipilih karena berpotensi dalam mencegah maupun menekan perkembangan penyakit JAP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis *Trichoderma* sp. yang tepat untuk menghambat pertumbuhan jamur akar putih serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit tanaman karet.

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Maret - Mei 2018 kebun karet Desa Mukti Makmur Kecamatan Sukaraja Kabupaten Seluma, Bengkulu dengan ketinggian tempat ± 100 m dpl dan di Labolaturium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal. Perlakuan yang diuji adalah dosis cendawan *Trichoderma* yang terdiri dari 7 taraf, yaitu : 0 g/bibit, 5 g/bibit, 10 g/bibit, 15 g/bibit, 20 g/bibit, 25 g/bibit, 30 g/bibit, setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali ulangan sehingga di dapatkan 28 satuan percobaan. Sebagai kontrol disiapkan 7 tanaman karet tanpa inokulasi JAP.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik *Trichoderma* sp untuk mengendalikan cendawan pathogen *R. macrosporus* pada tanaman karet adalah sebesar 5 g/bibit yang diindikasikan dengan tidak terdapatnya tanaman yang terserang hingga akhir pengamatan, serta memiliki tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar dan kering akar lebih baik dibandingkan dengan dosis lainnya.

(Program studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu).

SUMMARY

***Trichoderma* sp. In Growth and Control of White Root Fungus (WRF) in Rubber Nursery** (Ike Karlina under the guidance of Tunjung Pamengkas and Bambang Gonggo Murcitro. 2021. 36 pages)

White root fungal disease is one of the diseases in rubber plants that can cause the greatest loss due to plant mortality and high costs for disease control. White root disease is caused by the fungus *Rigidoporus microporus* (*R. lignosus*) which causes damage to plant roots. Disease control using biological agents, such as *Trichoderma*, has been widely chosen because of its potential to prevent or suppress the development of JAP disease. This study aims to determine the dosage of *Trichoderma* sp. right to inhibit the growth of white root fungus and its effect on the growth of rubber plant seedlings.

This research was conducted from March - May 2018 rubber plantation in Mukti Makmur Village, Sukaraja District, Seluma Regency, Bengkulu with an altitude of ± 100 m above sea level and in the Plant Protection Labolaturium, Faculty of Agriculture, Bengkulu University. This research was compiled in a completely randomized design (CRD) with factors single. The treatments tested were the *Trichoderma* fungi dose consisting of 7 levels, namely: 0 g/seed, 5 g/seed, 10 g/seed, 15 g/seed, 20 g/seed, 25 g/seed, 30 g/seed, each treatment was repeated 4 times so that 28 experimental units were obtained. As a control, 7 rubber plants were prepared without JAP inoculation.

The results showed that the best dose of *Trichoderma* sp to control the fungal pathogen *R. macrosporus* in rubber was 5 g / seed, which was indicated by the absence of infected plants until the end of the observation, and had plant height, number of leaves, stem diameter, fresh weight and dry root is better than other dosages.

(Agroecotechnology study program, Department of Agricultural Cultivation, Faculty of Agriculture, Bengkulu University).

RIWAYAT HIDUP



Ike Karlina dilahirkan di desa Barat Wetan Kabupaten Kepahiang, Bengkulu pada tanggal 1 Juli 1996, anak dari pasangan Katimin dan Waida. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, yaitu Osika Herlina.

Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Dharmawanita Sukaraja, Sekolah Dasar (SD) N. 65 Seluma tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) N. 23 Seluma tahun 2011, Madrasah Aliyah (MA) N. 02 Kota Bengkulu tahun 2014. Pada tahun yang sama penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis semasa Sekolah Menengah Atas merupakan anggota aktif di salah satu organisasi luar yaitu SEROJA (Sadar Sehat Reproduksi Remaja). Selain aktif di bidang akademik, penulis aktif dibidang non-akademik. Penulis ikut dalam organisasi HIMAGROTEK sebagai anggota. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Periode 82 di Desa Tanjung Karet Kecamatan Air Besi Kabupaten Bengkulu Utara. Serta melaksanakan Praktek Kerja Lapangan/Magang di Balai Benih Hortikultura, Kepahiang pada tanggal 20 Desember 2017-15 Januari 2018 dengan fokus project “Tekhnik Budidaya Buah Naga di Balai Benih Hortikultura, Kepahiang”.

Pada akhirnya untuk memperoleh derajat Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, penulis melakukan penelitian dan skripsi dengan judul “PENGUJIAN DOSIS *Trichoderma* sp. DALAM PERTUMBUHAN DAN PENGENDALIAN JAMUR AKAR PUTIH (JAP) PADA PEMBIBITAN KARET”

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ *Seberapa sulit masalah yang dihadapi, sholatlah dan mintalah bantuan kepada-Nya (Ike Karlina)*
- ❖ *Lebih baik terlambat daripada harus berhenti, sebab bunga mekar tak selalu bersama (Ike Karlina)*
- ❖ *Iman tanpa ilmu bagaikan lentera di tangan bayi. Namun ilmu tanpa iman bagaikan lentera di tangan pencuri (Buya Hamka)*
- ❖ *Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah (HR. Turmudzi)*
- ❖ *Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Al-Insyirah : 5)*

PERSEMBAHAN :

Skripsi ini ku persembahkan untuk :

- ❖ *Semua keluarga besarku terutama kedua orang tuaku, Ayahanda terhebat Katimin, Ibunda tersayang Waida, dan juga adikku satu-satunya Osika Herlina tanpa kalian penulis tak mampu menjalani semuanya sampai ketitik ini.*
- ❖ *Semua dosen yang ada di Prodi Agroekoteknologi*
- ❖ *Sahabat-sahabatku*
- ❖ *Teman – teman Agroekoteknologi 2014*
- ❖ *Almamaterku*

UCAPAN TERIMAKASIH.

Penulis juga ingin mengucapkan rasa terimakasih secara khusus kedapantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua ku yang sangat aku cintai, terima kasih atas doa, izin, dukungan, semangat, dan bantuan baik secara moral dan material
2. Ibu Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan motivasi, bimbingan, arahan, ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan kewajiban sebagai mahasiswa di Universitas Bengkulu.
3. Bapak Ir. Bambang Gonggo Murcitra, MS selaku Dosen Pembimbing Pendamping, sekaligus sebagai Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, bimbingan, arahan, saran dan Ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Ir. Hermansyah, M.P dan Bapak Dr. Ir. Hendri Bustamam, M.S selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi, masukan, dan saran yang bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Agroekoteknologi dan Selingkungan Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama mengenyam bangku kuliah di Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
6. Bapak dan Ibu yang ada di Laboratorium Proteksi Tanaman, Laboratorium Agronomi dan Laboratorium Ilmu Tanah yang telah membantu dalam memudahkan peminjaman bahan dan alat yang penulis butuhkan selama penelitian.
7. Semua sanak dan saudara yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya yang telah membantu penulis dalam menjalankan penelitian dan mendoakan selama ini.
8. Sahabat-sahabatku String, Dwi Nurmalasari, Evita Yolanda, Putri Mulyani Sari, S.P, Rety Wulandari, S.P, Miranda Desmayani, S.P yang telah memberi semangat, menghibur, memotivasi disaat ada masalah serta telah membantu dalam selesainya penelitian dan skripsi ini.
9. Teman-teman seangkatan agroekoteknologi 2014 dan keluarga besar Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat, ridha dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengujian Dosis *Trichoderma* sp. Dalam Pertumbuhan Dan Pengendalian Jamur Akar Putih (JAP) Pada Pembibitan Karet**”. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat utama untuk meraih gelar sarjana dari Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Selama dilaksanakannya penelitian ini, penulis mendapat bantuan baik secara moral maupun material dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu melalui tulisan ini, penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini sehingga berjalan dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis meminta saran dan masukan agar skripsi ini jauh lebih baik lagi. Besar harapan penulis, skripsi ini bisa bermanfaat bagi yang membacanya.

Bengkulu, September 2021

Ike Karlina
NPM. E1J014007

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Karet	4
2.2 Patogen <i>R. Microsporus</i>	5
2.3 Isolat <i>Trichoderma Sp</i>	7
III. METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Rancangan Penelitian	9
3.4 Tahapan Penelitian	9
3.5 Analisis Data	12
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Gambaran Umum	13
4.2 Gejala Serangan JAP	14
4.3 Cendawan <i>Trichoderma</i>	14
4.4 Pengujian <i>Trichoderma</i> Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet dan Penyakit Jamur Akar Putih	16
4.5 Persentase dan Intensitas Serangan Penyakit	20
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ringkasan hasil uji F hitung pengaruh perlakuan <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap pertumbuhan bibit karet	16
2. Pengaruh <i>Trichoderma</i> terhadap tinggi tanaman bibit karet.....	18
3. Pengaruh <i>Trichoderma</i> terhadap jumlah daun bibit karet.....	18
4. Pengaruh <i>Trichoderma</i> terhadap diameter batang bibit karet	19
5. Pengaruh <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap brangkasan akar kering dan basah bibit karet	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hama yang menyerang bibit karet	13
2. Akar bibit karet yang terserang JAP	14
3. Biakan murni <i>Trichoderma</i> sp	15
4. Persentase serangan JAP pada bibit karet akibat pemberian <i>Trichoderma</i> sp.....	21
5. Intensitas serangan JAP pada bibit karet akibat pemberian <i>Trichoderma</i> sp	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah Percobaan.....	29
2. Data Hasil Penelitian.....	30
3. Hasil Analisa Varian	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Karet merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Latin, khususnya Brasil. Karet masuk ke Indonesia pada tahun 1864, mula-mula karet ditanam di kebun Raya Bogor sebagai tanaman koleksi. Dari tanaman koleksi karet selanjutnya dikembangkan ke beberapa daerah sebagai tanaman perkebunan komersial. Indonesia memiliki areal perkebunan karet terluas di dunia yaitu sekitar 3.683.018 ha pada tahun 2019, namun dari sisi produksi hanya sebesar 3.543.171 ton. Di Provinsi Bengkulu sendiri luas area perkebunan karet pada tahun 2019 sebesar 99.742 ha dengan jumlah produksi sebesar 117.696 ton (Ditjenbun, 2017-2019).

Rendahnya hasil produksi pada tanaman karet disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya yaitu serangan penyakit. Penyakit pada tanaman karet seringkali menimbulkan kerugian besar bagi petani. Penyakit yang paling penting adalah penyakit jamur akar putih, kekeringan alur sadap, penyakit gugur daun, jamur akar merah, jamur upas, *mouldy rot* dan nekrosis kulit. Sebagian besar penyakit disebabkan oleh jamur (Balai Penelitian Tanah, 2008).

Penyakit jamur akar putih menimbulkan kerugian terbesar dalam budidaya tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) karena kematian tanaman dan biaya yang cukup tinggi untuk pengendalian penyakit. Kerugian finansial akibat kematian tanaman adalah sekitar Rp. 1,8 triliun (sekitar US\$ 200 juta) per tahun (Situmorang *et al.*, 2007). Intensitas serangan tetap menunjukkan tanaman terinfeksi jamur akar putih dengan kisaran 13,89–17,59% (Setyawan dan Admojo, 2009).

Penyakit akar putih disebabkan oleh jamur *Rigidoporus microporus* (*R. lignosus*). Penyakit ini mengakibatkan kerusakan pada akar tanaman. Gejala pada daun terlihat pucat kuning dan tepi atau ujung daun terlipat ke dalam. Kemudian daun gugur dan ujung ranting menjadi mati. Ada kalanya terbentuk daun muda, atau bunga dan buah lebih awal. Pada perakaran tanaman sakit tampak benang-benang jamur berwarna putih dan agak tebal (*rizomorf*) (Anwar, 2001). Teritorial JAP dapat mencakup areal yang cukup luas (2500 m²) dan persisten selama 33 tahun (Suwandi, 2006). Pola pemencaran tersebut menyebabkan patogen ini sukar dikendalikan.

Pengendalian penyakit dengan menggunakan agens hayati, seperti *Trichoderma*, banyak dipilih karena berpotensi dalam mencegah maupun menekan perkembangan penyakit, terutama penyakit tular tanah, selain dapat meningkatkan ketahanan tanaman

terhadap penyakit tertentu (Malmierca *et al.*, 2012; Mastouri *et al.*, 2012; Contreras-Cornejo *et al.*, 2011; Lorito *et al.*, 2010). Agens hayati antagonis pada rizosfer lebih mudah berkembang dan mempertahankan diri, serta tidak membutuhkan waktu lama dalam beradaptasi sehingga memiliki peluang besar dalam mengendalikan patogen tular tanah (Soesanto, 2008).

Mekanisme *Trichoderma* sebagai agens pengendali patogen tular tanah dapat melalui mekanisme parasitisme, kompetisi ruang dan nutrisi, membentuk lingkungan yang cocok, membentuk zat pemicu pertumbuhan, serta antibiosis dan induksi ketahanan tanaman (Sharma *et al.*, 2012). Di samping dapat mengeluarkan metabolit sekunder (Mukherjee *et al.*, 2013), beberapa jenis *Trichoderma* seperti *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, dan *Trichoderma reesei* juga dapat berperan sebagai dekomposer untuk meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman (Promwee *et al.*, 2014).

Kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan jamur akar putih pada pembibitan karet telah banyak diteliti oleh peneliti sebelumnya. Amaria *et al.* (2018) melaporkan bahwa biofungisida berbahan aktif *Trichoderma* jenis *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan dosis 50 g/tanaman dalam satu kali aplikasi cukup efektif menekan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Biofungisida dengan jenis, dosis, dan frekuensi aplikasi tersebut dapat meningkatkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah dengan laju peningkatan 13,40%–16,30%/bulan, memperpanjang masa inkubasi patogen dari 48 hari menjadi 63,95–71,08 hari, menurunkan laju intensitas penyakit JAP dari 37,60%/bulan menjadi 13,50%–14,50%/bulan, dan dapat menekan serangan penyakit JAP sebesar 54,59%–59,38%. Selanjutnya Yulia *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* spp. mampu menekan jamur *R. lignosis* pada pengujian *in vitro* dengan penekanan mencapai 90,82%. Starter *Trichoderma* spp. mampu menekan penyakit JAP pada bibit tanaman karet dengan persentase penghambatan penyakit tertinggi sebesar 100% pada perlakuan 100 g/bibit tanaman karet.

Penelitian ini merupakan serangkaian kegiatan penelitian yang mengarah pada upaya pengendalian hama dan penyakit terpadu pada bibit karet. Dengan demikian, diharapkan upaya pengembangan budidaya tanaman karet dapat berhasil.

1.2 Rumusan Masalah

Jamur akar putih menyebabkan bibit karet tidak mampu tumbuh dengan baik dan menghasilkan. Hal ini dikarenakan apabila akar tanaman telah terserang maka getah yang akan disadap atau dipanen tidak akan keluar sebab batang pun ikut terinfeksi. Salah satu cara pengendalian pada penyakit ini yaitu dengan menggunakan agens hayati yaitu *Trichoderma*

sp.. Penelitian dengan menggunakan *Trichoderma* sp. ini diharapkan mampu mengendalikan sepenuhnya penyakit jamur akar putih yang ada pada tanaman karet.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis *Trichoderma* sp. yang tepat untuk menghambat pertumbuhan jamur akar putih serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit tanaman karet.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Karet

Klasifikasi tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) menurut Setyamidjaja (1993) adalah sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales

Family : Euphorbiaceae

Genus : Hevea

Spesies : Hevea brasiliensis Muell Arg.

Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan memiliki diameter batang yang cukup besar. Karet sendiri memiliki daun yang berwarna hijau yang terdiri dari tangkai daun. Tangkai daun karet sendiri biasanya memiliki panjang 3-20 cm pada tangkai daun utama dan 3-10cm pada tangkai anak daun dengan ujung yang bergetah. Biasanya pada sehelai daun karet terdapat tiga anak daun. Anak daun sendiri memiliki bentuk eliptis, dengan ujung meruncing. Dalam setiap ruang buah terdapat biji karet, jumlah biji sesuai dengan jumlah ruang ada yang berisi tiga hingga enam biji. Tanaman karet memiliki akar tunggang, dimana akar tersebut mampu menopang batang tanaman yang tinggi dan besar (Anwar, 2001).

Daerah yang cocok untuk syarat tumbuh tanaman karet adalah pada zone antara 150 LS dan 150 LU. Diluar itu pertumbuhan tanaman karet agak terhambat sehingga memulai produksinya juga terlambat (Suhendry, I. 2002). Suhu yang dibutuhkan untuk tanaman karet 25° C sampai 35 ° C dengan suhu optimal rata-rata 28° C. Dalam sehari tanaman karet membutuhkan intensitas matahari yang cukup antara 5 sampai 7 jam (Santosa. 2007). Bibit karet memerlukan curah hujan optimal antara 2.500 mm sampai 4.000 mm/tahun, dengan hari hujan berkisar antara 100 sd. 150 HH/tahun. Namun demikian, jika sering hujan pada pagi hari, produksi akan berkurang. Pada dasarnya tanaman karet tumbuh optimal pada dataran rendah dengan ketinggian 200 m dari permukaan laut. Ketinggian > 600 m dari permukaan laut tidak cocok untuk tumbuh tanaman karet (Nazaruddin dan F.B. Paimin. 1998.). Tingkat keasaman mendekati normal cocok untuk bibit karet, yang paling cocok adalah pH 5-6. Batas toleransi pH tanah adalah 4-8. Kemiringan lahan <16% serta permukaan air tanah < 100 cm.

Dalam buku *Budidaya dan Pasca Panen Tanaman Karet*, tanaman karet akan dapat tumbuh optimal pada dataran rendah dengan ketinggian 200-400 mdpl. Sedangkan pada ketinggian >400 mdpl dengan suhu hariannya lebih dari 30°C mengakibatkan tanaman karet tidak dapat tumbuh dengan optimal. Kecepatan angin juga berpengaruh dalam penanaman tanaman karet, dimana kecepatan angin yang kencang tidak baik dalam penanaman karet.

2.2 Patogen *R. microsporus*

Ada 25.00 spesies cendawan yang hidup di tanah dan sekitar 10.000 spesies cendawan merupakan patogen yang menyebabkan sakit pada tanaman. Serta 15.000 cendawan merupakan agen antagonis yang dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh cendawan tular tanah (Agrios, 2005). Salah satu cendawan tular tanah yang menyebabkan penyakit tanaman adalah *R. microsporus* (JAP). Adapun karakteristik dari cendawan tular tanah ini yaitu termasuk kedalam :

Kingdom : *Fungi*

Filum : *Basidiomycota*

Klas : *Basidiomycetes*

Ordo : *Aphyllporales*

Famili : *Polyporaceae*

Genus : *Rigidoporus*

Species : *Rigidoporus microporus* (Swartz:fr.) van Ov.

(Alexopoulos , 1996)

Rigidoporus microporus sendiri merupakan jamur saprofit penghuni tanah, akan tetapi bila bertemu akar tanaman jamur tersebut berubah menjadi parasit (Amaria, 2014). Jamur akar putih (JAP) membentuk tubuhnya seperti kipas tebal dengan warna dipermukaan atasnya berwarna cokelat kekuning-kuningan pucat dan permukaan bawahnya berwarna cokelat kemerahan. Struktur serat memiliki tebal 2,8 – 4,5 µm dengan tepi agak tipis dan berwarna kuning putih. Sifat JAP agak berkayu dengan zona pertumbuhan sesuai dengan sekat yang tebal. *Lignosus* atau *Rigidoporus microporus* jamur yang bersifat parasit fakultatif, artinya dapat hidup sebagai saprofit yang kemudian menjadi parasit. Jamur *lignosus* atau *Rigidoporus microporus* tidak dapat bertahan hidup apabila tidak ada sumber makanan. Bila belum ada inang jamur ini bertahan di sisa-sisa tunggul.

Serangan jamur menyebabkan akar menjadi busuk dan apabila perakaran dibuka maka pada permukaan akar terdapat semacam benang-benang berwarna putih kekuningan

dan pipih menyerupai akar rambut yang menempel kuat dan sulit dilepas (Disbun Kuansing, 2010).

Di Indonesia, penyakit JAP tersebar di seluruh perkebunan karet baik di Sumatera, Jawa, maupun Kalimantan (Setyawan et al., 2013) dan menimbulkan kerugian ekonomi yang besar karena lateks berkurang. Setiap tahun negara mengalami kerugian secara finansial sekitar 300 miliar rupiah (Situmorang, 2007). Tingkat keparahan penyakit akibat adanya JAP berbeda antar wilayah. Hal ini terjadi karena sejumlah faktor penyebabnya, yaitu kondisi vegetasi sebelumnya, tekstur atau struktur tanah (berpasir), keasaman tanah, kadar air tanah, curah hujan per tahun, dan topografi (Semangun, 2008; Setyawan et al., 2013).

Menurut (Harni, 2014) gejala serangan jamur akar putih berupa; tingkat pemula, tingkat kritis, dan tingkat lanjut.

6. Tingkat permulaan

- Daun-daun menjadi kusam (tidak mengkilat) dan agak menggulung ke atas. Tanda-tanda khas ini bisa tampak jelas bila pengamatan kita membelakangi sinar matahari.
- Pada tingkat permulaan ini, akar-akar lateral dan sebagian akar tunggang serta leher akar masih terserang ringan. Pada perlukaan akar baru terdapat benang-benang jamur (rhizomorfa) berwarna putih kekuning-kuningan.
- Benang-benang jamur akar putih mudah dibedakan dengan jamur akar merah. Benang-benang jamur akar putih dalam keadaan basah maupun kering tetap berwarna putih, sedangkan benang-benang jamur akar merah (*Ganoderma pseudoferrum*) dalam keadaan basah berubah warna menjadi merah.

7. Tingkat kritis

- Daun-daun layu dan mulai menguning.
- Benang-benang jamur telah mulai menembus kulit akar yang mengakibatkan pembusukan-pembusukan setempat pada kulit akar.
- Kadang-kadang pohon masih bisa ditolong dengan usaha-usaha pemberantasan atau pengobatan yang intensif.

8. Tingkat lanjut

- Daun-daun mengering dan tetap menggantung pada pohon. Demikian pula ranting-ranting dan cabang-cabang mulai mengering. Daun-daun kemudian berguguran dan tanman pada akhirnya mati.
- Pada pohon karet yang terserang perakarannya sudah busuk dan mati. Pohon yang demikian harus dibongkar untuk mencegah penularan lebih lanjut.

2.3 Isolat *Trichoderma Sp.*

Trichoderma Sp. merupakan jamur yang bersifat saprofit dimana jamur ini mampu memproduksi senyawa antibakteri dan antifungi. Sistematika dari jamur *Trichoderma Sp.* adalah sebagai berikut (Harman,2004) :

Kingdom : *Fungi*

Filum : *Deutromycota*

Klas : *Deutromycetes (imperfek fungi)*

Subklas : *Deuteromycetidae*

Ordo : *Moniliales*

Famili : *Moniliaceae*

Genus : *Trichoderma*

Spesies : *Trichoderma sp.*

Terdapat lima jenis *Trichoderma sp.* yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan beberapa patogen yaitu *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma hamatum* dan *Trichoderma polysporum*. *Trichoderma sp.* merupakan jamur antagonis yang dijumpai di dalam tanah, seperti dalam tanah organik dan digunakan dalam pengendalian hayati (Soesanto, 2011).

Menurut Widyastuti (2007), ciri-ciri umum *Trichoderma spp.* sebagai berikut:

1. Jamur yang bersifat kosmopolitan pada tanah, kayu lapuk, dan aneka tanaman sayur.
2. Jamur ini merupakan komponen mikroflora dominan pada habitat yang luas.
3. Jamur ini dapat tumbuh optimum pada suhu 25°C-30°C.
4. Jamur ini tumbuh secara berkelompok dengan cepat di daerah pertanian, padang rumput, hutan, rawa, dan tanah gurun.
5. Jamur ini biasanya hidup di tanah sedikit masam.

Trichoderma harzianum merupakan salah satu jenis jamur yang mampu berperan sebagai pengendali hayati karena mempunyai aktivitas antagonistik yang tinggi terhadap jamur patogen tular tanah. Jamur ini termasuk jenis jamur tanah, sehingga sangat mudah didapatkan di berbagai macam tanah, di permukaan akar berbagai macam tumbuhan, juga dapat diisolasi dari kayu busuk atau serasah. Koloni *T. harzianum* pada awal inkubasi akan berwarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Jamur *Trichoderma harzianum* mempunyai tingkat pertumbuhan yang cepat, spora yang dihasilkan berlimpah, mampu bertahan cukup lama pada kondisi yang kurang menguntungkan. Daya antagonistik yang dimiliki *Trichoderma harzianum* disebabkan oleh kemampuannya dalam menghasilkan berbagai macam metabolik

toksik seperti antibiotik atau enzim yang bersifat litik serta kemampuan kompetisi dengan patogen dalam memperebutkan nutrisi, oksigen, dan ruang tumbuh (Wahyudi, dkk, 2005).

Trichoderma spp. juga merupakan parasit alami yang dapat menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman dengan memiliki spectrum pengendalian yang sangat luas. Pada kondisi tanah lingkungan yang kurang baik, *Trichoderma spp.* dengan sendirinya akan membentuk klamidospora sebagai propagul untuk bertahan maupun berkembang biak hingga lingkungan kembali baik seperti semula (Berlian, 2013).

Jamur *Trichoderma sp.* memiliki ciri morfologi sebagai berikut: miselium yang berseptata, konidiofor bercabang dengan arah yang berlawanan, konidia berbentuk oval dengan satu sel melekat satu sama lain, bewarna hijau terang (Devi *et al.*, 2000). Selanjutnya setelah konidia terbentuk maka agensi hayati ini akan terlihat berwarna hijau kebiruan. Konidia ini sendiri merupakan sel tunggal yang saling melekat satu sama lain dan membentuk satu kumpulan di ujung konidiofora. Koloni agensi hayati ini sendiri sangat mudah dikenali dengan ciri, pertumbuhan yang cepat pada waktu 5 hari. Dengan temperature 25°C di dalam media Potato Dextro Agar (PDA).

Jamur pathogen dan nutrisi yang ada pada perakaran merupakan komponen utama bagi *Trichoderma* untuk tetap tumbuh dan bereproduksi (Druzhinina *et al.*, 2011). Adapun beberapa kompoten *Trichoderma* sendiri sudah terbukti memiliki efek besar pada tanaman, seperti ; meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara, efisiensi penggunaan pupuk, persentase dan tingkat perkecambahan biji, dan stimulasi pertahanan tanaman terhadap kerusakan biotik dan abiotik (Shoresh *et al.* , 2010).

Trichoderma sp. sendiri dapat bertahan dan menyebar dengan cara mengubah dirinya dimana dari vegetatif berkembang ke reproduktif kemudian berkembang lagi dengan beberapa molekul yang rumit.. Perkembangan konidia *Trichoderma* ini sendiri akan lebih pesat jika adanya faktor cahaya dan luka mekanis (Carreras-Villasenor *et al.*, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Maret - Mei 2018 kebun karet Desa Mukti Makmur Kecamatan Sukaraja Kabupaten Seluma, Bengkulu dengan ketinggian tempat ± 100 m dpl dan di Laboratorium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan petri, corc borer, erlenmeyer, tabung reaksi, timbangan, batang pengaduk, mikroskop, cangkul, blender, meteran, jangka sorong, saringan, polybag, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bibit karet klon PB 260 berumur 1 tahun, *Trichoderma* sp., PDA, larutan NaOCl 1%, aquades, tanah, pupuk kandang, kentang, nutrient, dextro dan label.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal. Perlakuan yang diuji adalah dosis cendawan *Trichoderma* yang terdiri dari 7 taraf, yaitu : $t_0 = 0$ g/bibit, $t_1 = 5$ g/bibit, $t_2 = 10$ g/bibit, $t_3 = 15$ g/bibit, $t_4 = 20$ g/bibit, $t_5 = 25$ g/bibit, $t_6 = 30$ g/bibit, setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali ulangan sehingga di dapatkan 28 satuan percobaan. Sebagai kontrol disiapkan 7 tanaman karet tanpa inokulasi JAP.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Isolasi *Trichoderma*

Trichoderma diisolasi dengan metode pengenceran. Metode pengenceran dilakukan dengan cara mengambil tanah dari rizofe tanaman karet sehat di kebun karet rakyat daerah Sukaraja, kemudian menimbang sampel tanah sebanyak 100 g. Tanah 100 g dicampur dengan 900 mL aquades steril dan diaduk sampai homogen. Suspensi yang telah homogen diambil 1 ml menggunakan pipet mikro dan dipindahkan ke dalam tabung raksi yang berisi 9 ml aquades steril dan dikocok lagi hingga homogen. Kemudian diambil 1 ml dan seterusnya hingga pengenceran 10^{-3} . Suspensi hasil pengenceran 10^{-3} diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam medium PDA. Selanjutnya, cendawan yang tumbuh diidentifikasi berdasarkan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis dengan mengamati : warna dan ukuran koloni, bentuk hifa, serta bentuk dan ukuran konidia. Hasil pengamatan

makroskopis dan mikroskopis yang telah didapatkan kemudian dibandingkan dengan kunci identifikasi fungi menurut Domsch (1980). Koloni *Trichoderma* yang telah teridentifikasi selanjutnya diperbanyak dengan media PDA.

3.4.2 Isolasi Jamur Akar Putih (JAP)

JAP diisolasi dengan metode penanaman jaringan. Metode tanam jaringan dimulai dengan pengambilan JAP pada batang bibit karet sakit. Batang bibit karet dipotong dengan ukuran 0,5 cm. Potongan batang bibit karet disetrilisasi dengan cara direndam dalam larutan NaOCl 1% selama 15 detik, setelah 15 detik diangkat dan dimasukkan kedalam aquades selama 10 detik, selanjutnya potongan batang tanaman di masukkan kedalam cawan petri yang telah di isi PDA beku dan inkubasi 5-7 hari hingga cendawan tumbuh. Pemurnian dilakukan dengan cara memindahkan koloni yang tumbuh kedalam PDA baru untuk mendapatkan biakan murni. Tahapan selanjutnya, isolat yang tumbuh diidentifikasi berdasarkan pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik dengan mengamati warna dan ukuran koloni, bentuk hifa serta bentuk dan ukuran konidia. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis di bandingkan dengan kunci identifikasi fungi menurut Barnett (1972) dan Domsch (1980).

3.4.3 Perbanyak *Trichoderma*

Cendawan *Trichoderma* diperbanyak pada medium beras setengah matang sebanyak 2 kg, dengan cara beras dikukus dengan air secukupnya selama 15 menit. Selanjutnya medium diletakkan ditampah dan ditunggu sampai dingin. Suspensi *Trichoderma* disiramkan di atas medium beras sampai merata. Selanjutnya inkubasi selama seminggu sampai *Trichoderma* tumbuh membentuk koloni pada media dan setiap 3 hari sekali diaduk rata.

3.4.4 Uji Dosis *Trichoderma* Terhadap Perkembangan Penyakit Jamur Akar Putih Pada Bibit Karet

1. Persiapan Bibit Karet

Bibit karet yang digunakan adalah bibit karet sehat yang berasal dari kebun rakyat TBM berumur 1 tahun yang di dapat dari usaha kelompok tani Sukaraja, Kabupaten Seluma. Sebelum penanaman bibit karet diseleksi terlebih dahulu untuk membuang bibit yang rusak sehingga diperoleh bibit yang bermutu yaitu bebas hama dan penyakit serta tidak cacat.

2. **Persiapan media tanam dan penanaman**

Tanah yang digunakan adalah lapisan tanah top soil. Tanah dibersihkan dari serasah, lalu dicampur dengan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 2 : 1 dan diaduk hingga rata. Campuran tanah dan pupuk kandang dimasukkan ke dalam plastik berukuran 10 kg lalu disterilkan uap panas dengan cara dimasukkan ke dalam drum kemudian dipanaskan selama 2 jam. Setelah 2 jam, tanah ditunggu sampai dingin selama 24 jam. Setelah dingin, tanah yang steril dimasukkan ke dalam polybag bervolume 5 kg. Bibit karet yang sudah disiapkan di pindah tanam ke dalam polybag baru yang berisi tanah steril.

3. **Inokulasi JAP**

Setelah bibit karet sehat yang berumur 1 tahun telah siap, dilakukan inokulasi suspensi patogen mL sebanyak 1 mL/bibit dengan cara disiramkan di sekeliling batang.

4. **Inokulasi *Trichoderma***

Setelah melakukan inokulasi JAP, dilakukan inokulasi *Trichoderma sp.* dengan jarak waktu satu minggu. Inokulasi dilakukan dengan cara menaburkan *Trichoderma sp.* sesuai dosis perlakuan setiap bibit dengan cara ditabur pada sekeliling perakaran.

5. **Variabel Pengamatan**

a. **Tinggi Tanaman (cm)**

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pengukuran dimulai dari pangkal okulasi sampai titik tumbuh dengan menggunakan meteran.

b. **Jumlah daun (helai)**

Perhitungan jumlah daun dilakukan setiap minggu. Daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna.

c. **Diameter Batang (mm)**

Pengukuran diameter dilakukan setiap 2 minggu sekali. Untuk keseragaman pengukuran dilakukan 2 cm diatas pangkal okulasi pada setiap tanaman sampel dengan mengukur dua sisi tunas. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dengan satuan mm.

d. **Persentase serangan penyakit JAP (%)**

Penghitungan Presentase serangan dilakukan setiap minggu sejak inokulasi sampai semua bibit terserang dengan menghitung jumlah bibit terserang dan jumlah seluruh tanaman (total) selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P (\%) = \frac{\sum \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square}{\sum \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square} \times 100 \%$$

e. Intensitas serangan penyakit JAP (%)

Pengamatan intensitas serangan dilakukan satu minggu sekali sejak tanaman diinokulasi. Intensitas serangan dihitung dengan menggunakan rumus dan skoring sebagai berikut (Wattanasilakorn *et al.*, 2012.).

$$I(\%) = \frac{\sum(\square\square\square)}{\square\square\square} \times 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan

n = jumlah akar tanaman sakit dari setiap kategori serangan

v = nilai skala dari setiap kategori serangan

z = nilai skala dari kategori serangan tertinggi (4)

N = jumlah tanaman yang diamati

Skoring	Gejala Penyakit
0	Tanaman sehat dan daun masih hijau
1	Dedaunan mulai menguning dan rhizomorf menempel pada leher akar
2	Dedaunan mulai layu dan kulit akar sebagian kecil membusuk
3	Defoliasi daun atau daun berguguran, kulit dan kayu akar sebagian telah membusuk
4	Kematian tanaman, semua kulit dan kayu akar membusuk

f. Bobot akar basah (g)

Bobot basah akar didapatkan dengan cara mencabut bibit karet yang telah dilakukan pengamatan selama 2 bulan dengan memisahkan tajuk dan akar kemudian akar dibersihkan dari tanah dan ditimbang.

g. Bobot akar kering (g)

Bobot kering akar diperoleh dengan cara akar tanaman dimasukkan kedalam oven dengan suhu 80°C selama 2 x 24 jam. Bobot kering akar tersebut ditimbang. Penimbangan akar meliputi akar rambut.

3.5 Analisis Data

Dari hasil data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varian (anava) taraf 5%. Hasil yang berbeda nyata atau sangat nyata diuji dengan BNT 5%. Data perhitungan penyakit yang tidak akumulasi secara statistik akan disajikan secara deskriptif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Penelitian ini dilaksanakan di kebun karet Desa Mukti Makmur Kecamatan Sukaraja Kabupaten Seluma, dengan ketinggian lokasi penelitian yaitu ± 10 mdpl. Adapun bibit karet yang digunakan yaitu bibit jenis klon PB 260 yang berasal dari usaha kelompok tani tanaman perkebunan di Sukaraja. Kelembaban udara pada saat penelitian berkisar 71-79 % dengan rata-rata kelembaban udara 74.8%. Suhu udara pada saat penelitian berkisar 29-34°C dengan rata-rata 30,6 °C, sedangkan pH tanah media tanam yaitu 4,6.

Daerah yang cocok untuk syarat tumbuh tanaman karet adalah pada zone antara 150 LS dan 150 LU. Diluar itu pertumbuhan tanaman karet agak terhambat sehingga memulai produksinya juga terlambat (Suhendry, I. 2002). Suhu yang dibutuhkan untuk tanaman karet 25° C sampai 35 ° C dengan suhu optimal rata-rata 28° C. Dalam sehari tanaman karet membutuhkan intensitas matahari yang cukup antara 5 sampai 7 jam (Santosa. 2007). Bibit karet memerlukan curah hujan optimal antara 2.500 mm sampai 4.000 mm/tahun, dengan hari hujan berkisar antara 100 sd. 150 HH/tahun. Namun demikian, jika sering hujan pada pagi hari, produksi akan berkurang. Pada dasarnya tanaman karet tumbuh optimal pada dataran rendah dengan ketinggian 200 m dari permukaan laut. Ketinggian > 600 m dari permukaan laut tidak cocok untuk tumbuh tanaman karet (Nazaruddin dan F.B. Paimin. 1998.). Tingkat keasaman mendekati normal cocok untuk bibit karet, yang paling cocok adalah pH 5-6. Batas toleransi pH tanah adalah 4-8. Kemiringan lahan <16% serta permukaan air tanah < 100 cm.

Selama penelitian berlangsung bibit tanaman karet diserang oleh hama yaitu ulat bulu (Gambar 1). Untuk mengendalikan serangan hama tersebut dilakukan pengendalian secara mekanik dengan mengambil hama yang menyerang daun bibit karet kemudian dimatikan dengan cara ditekan menggunakan ranting kayu.



Gambar 1. Hama yang menyerang bibit karet

4.2 Gejala Serangan JAP

Kerusakan dan kematian tanaman merupakan masalah penting pada tanaman karet. Adanya serangan penyakit tanaman menjadi salah satu penyebab kerusakan dan kematian tanaman. Penyakit tanaman adalah gangguan fungsi sel dan jaringan tanaman yang dihasilkan dari infeksi terus menerus oleh patogen atau faktor lingkungan dan menghasilkan perkembangan gejala (Agrios, 2005).

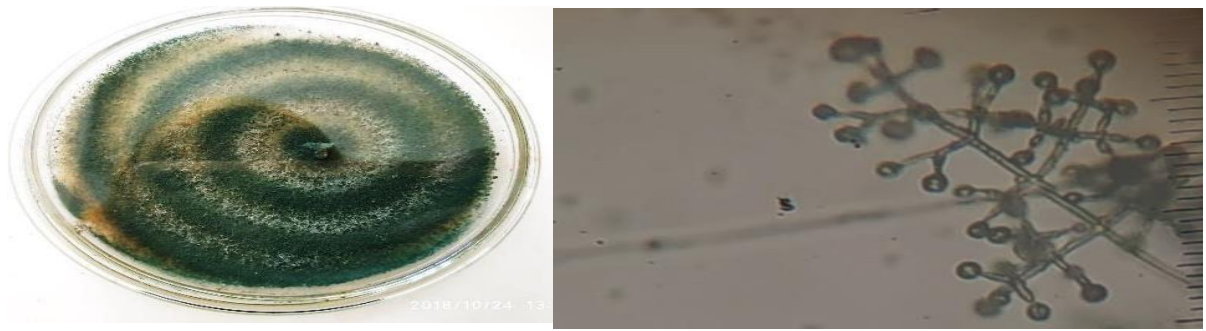
Pada bagian atas tanaman seperti daun terlihat dibagian tajuk daun yang berwarna pucat, kuning dan kusam, akhirnya kering dan gugur. Sehingga terlihat tajuk tanaman hanya tinggal rantingnya (Balittri, 2014). Serangan JAP menyebabkan akar menjadi busuk bejamur dan tidak dapat tumbuh dengan sempurna seperti yang ada pada gambar 2. Sesuai dengan pernyataan Balittri (2014) bahwa pada akar, gejala serangan jamur menyebabkan akar menjadi busuk dan apabila perakaran dibuka, maka pada permukaan akar terdapat semacam benang-benang berwarna putih kekuningan dan pipih menyerupai akar rambut yang menempel kuat dan sulit dilepas. Gejala lanjut akar mebusuk, lunak dan berwarna coklat.



Gambar 2. Akar bibit karet yang terserang

4.3 Cendawan *Trichoderma*

Cendawan *Trichoderma* yang di isolasi dari tanah pertanaman tanaman karet sehat di medium PDA memiliki pertumbuhan yang cepat teratur dalam waktu 5 hari sudah memenuhi cawan petri, dengan ciri-ciri bahwa *Trichoderma* sp. memiliki bentuk koloni yang melingkar konsentris. Koloni *Trichoderma* sp. awalnya berwarna putih dan ujungnya berwarna hijau secara simetris, warna hijau akan semakin pekat dengan bertambahnya umur.



A

B

Gambar 3. Biakan murni *Trichoderma* sp.

Keterangan : A. Makroskopis *Trichoderma* sp. yang berasal dari perakaran tanaman karet.

B. Mikroskopis *Trichoderma* sp. dengan perbesaran 4 x 100.

Howell (2003) menyebutkan bahwa jamur *Trichoderma spp.* memiliki banyak mekanisme di dalam proses pengendalian patogen. Jamur *Trichoderma spp.* mengkolonisasi akar, rizosfer tanaman, dan menekan patogen dengan berbagai mekanisme seperti kompetisi, mikoparasit, memproduksi antibiotik, dan induksi resisten. Di dalam penelitian ini, mekanisme kompetisi *Trichoderma spp.* terutama berupa kompetisi yang ditunjukkan dengan kecepatan pertumbuhan *Trichoderma spp.* yang mengakibatkan ketersediaan nutrisi dan ruang bagi patogen lebih sedikit. Mekanisme lainnya yaitu mikoparasit, dimana jamur *Trichoderma spp.* mampu mengenali dan memparasiti hifa patogen, menggunakan haustoria untuk menyerap nutrisi dan menembus dinding sel patogen menggunakan enzim seperti kitinase, glukonase, dan protease (Gajera *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Amaria dkk., (2015), menunjukkan bahwa isolat jamur antagonis dari jenis *Trichoderma* memiliki kemampuan daya hambat yang lebih baik dibandingkan jenis lainnya. Keempat jamur dari jenis *Trichoderma* memiliki mekanisme kompetisi yang lebih baik terhadap *Rigidoporus microporus* dibandingkan marga *Penicillium*, *Eupenicillium*, *Paecilomyces*, dan *Aspergillus*. Di samping itu, isolat *Trichoderma virens* dan *Hypocrea atroviridis* juga memiliki kemampuan parasitisme, sedangkan *Paecilomyces lilacinus* dan *Eupenicillium javanicum* memiliki mekanisme antibiosis terhadap *Rigidoporus microporus*. Isolat jamur antagonis yang paling berpotensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati pengendali JAP pada tanaman karet, yaitu *Trichoderma virens*, *Trichoderma hamatum*, dan *Hypocrea atroviridis*.

4.4 Pengujian *Trichoderma* Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet dan Penyakit Jamur Akar Putih

Hasil analisis pengujian *Trichoderma* sp.. terhadap pengendalian penyakit JAP pada pertumbuhan bibit karet disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan hasil uji F hitung pengaruh perlakuan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan bibit karet.

Variabel Pengamatan	F.Hit
Tinggi tanaman	
Minggu ke 2	1,85 ns
Minggu ke 4	2,52 ns
Minggu ke 6	2,44 ns
Minggu ke 8	2,29 ns
Minggu ke 10	2,13 ns
Minggu ke 12	4,41 **
Minggu ke 14	4,19 **
Minggu ke 16	4,18**
Jumlah Daun	
Minggu ke 2	1,35 ns
Minggu ke 4	1,33 ns
Minggu ke 6	1,41 ns
Minggu ke 8	1,15 ns
Minggu ke 10	1,44 ns
Minggu ke 12	1,08 ns
Minggu ke 14	1,05 ns
Minggu ke 16	1,90 ns
Diameter Batang	
Minggu ke 2	0,32 ns
Minggu ke 4	0,32 ns
Minggu ke 6	0,32 ns
Minggu ke 8	0,32 ns
Minggu ke 10	0,32 ns
Minggu ke 12	0,32 ns
Minggu ke 14	0,32 ns
Minggu ke 16	0,32 ns
Bobot Akar Segar	3,27*
Bobot Akar Kering	4,17**

Ket: ns =berbeda tidak nyata * =berbeda nyata ** =sangat berbeda nyata

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* dengan dosis yang berbeda dari minggu ke 2 sampai minggu ke 10 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman karet., akan tetapi pada minggu ke 12 sampai minggu ke 16 pemberian *Trichoderma* dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata. Pada

variabel jumlah daun, perlakuan *Trichoderma* minggu ke 2 sampai dengan minggu ke 16 tidak memberikan pengaruh nyata. Pada pengamatan diameter batang perlakuan *Trichoderma* tidak memberikan pengaruh nyata baik dari minggu ke 2 sampai dengan minggu ke 16. Pada variabel bobot akar basah dan kering perlakuan *Trichoderma* memberikan pengaruh nyata (Tabel 1).

Analisis keragaman bibit karet pada umur 2, 4, 6, 8, 10 menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* berbeda tidak nyata pada tinggi tanaman, akan tetapi pada umur 12, 14, 16 MST menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* berbeda nyata pada tinggi tanaman (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cendawan antagonis pada media pertumbuhan bibit karet pada minggu awal tidak tumbuh dengan baik, kemudian pada minggu-minggu akhir cendawan antagonis berkembang dengan baik.

Dosis *Trichoderma* 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 g/bibit pada 2 sampai dengan 10 MTS berbeda tidak nyata meski pada fase tersebut sudah dilakukan inokulasi cendawan pathogen *R.macrosporus*, sedangkan pada umur 12 sampai dengan 16 MST tinggi tanaman menunjukkan perbedaan nyata antar konsentrasi *Trichoderma*. Dosis 30 g/bibit menghasilkan nilai tinggi tanaman terbanyak. Menurut Anwar (2001) bahwa cendawan *R.macrosporus* dapat merusak akar tanaman dengan gejala pada daun terlihat pucat kuning dan tepi atau ujung daun terlipat ke dalam kemudian daun gugur dan ujung ranting menjadi mati.

Pemberian *Trichoderma* dengan dosis 10 dan 15 g/bibit menghasilkan tinggi tanaman berbeda tidak nyata dengan kontrol dan dosis 5 g/bibit (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* mampu menekan pertumbuhan cendawan pathogen *R.macrosporus* sehingga gangguannya terhadap tinggi tanaman karet menjadi berkurang. Menurut Benítez *et al.* (2004) bahwa jamur *Trichoderma* mempunyai mekanisme kompetisi dan parasitisme, umumnya memiliki spektrum penghambatan yang lebih luas dan lebih kuat sehingga menyebabkan patogen tidak dapat tumbuh. Aktivitas parasitisme dari jamur antagonis *Trichoderma* menghasilkan senyawa kimia yang bersifat toksik dan enzim yang mampu mendegradasi sel pathogen.

Tabel 2. Pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi bibit karet

Dosis Trichoderma (g/bibit)	Tinggi tanaman bibit karet (cm) pada beberapa tingkatan umur (MST)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
0	71	72.57	74.37	75	76	96.62 a	96.62 a	96.62 a
5	56.87	67.97	72.62	73.87	75.1	76.32 a	76.57 a	76.77 a
10	48	48.07	50.62	52.7	54.37	55.25 ab	55.5 ab	55.62 ab
15	63.75	66.25	69	69.62	71.32	72.37 ab	72.37 ab	72.37 ab
20	49	46.65	50.62	52.95	54.7	55.3 b	56.3 b	56.77 b
25	43	41.75	45.75	47.45	49.25	50.05 b	51.22 b	51.37 b
30	87	87.75	90.75	91.87	92.82	93.8 b	93.85 b	94.05 b

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama berarti berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf 5%

Analisis keragaman pada umur 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 MST menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* berbeda tidak nyata pada jumlah daun (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cendawan antagonis pada media pertambahan jumlah daun bibit karet di duga cendawan antagonis tidak tumbuh dengan baik dikarenakan factor tertentu.

Dosis *Trichoderma* 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 g/bibit pada 2 sampai dengan 16 MTS berbeda tidak nyata meski pada fase tersebut sudah dilakukan inokulasi cendawan pathogen *R.macrosporus* namun bibit karet tetap tumbuh dengan baik meski ada beberapa yang terhambat pertumbuhan pada daun. Patogen *R.macrosporus* sendiri dapat menyebabkan kerusakan pada akar bibit karet sehingga tidak dapat tumbuh dengan baik jika terinfeksi pathogen ini. Anwar (2001) menyatakan bahwa cendawan *R.macrosporus* dapat merusak akar tanaman dengan gejala pada daun terlihat pucat kuning dan tepi atau ujung daun terlipat ke dalam kemudian daun gugur dan ujung ranting menjadi mati.

Tabel 3. Pengaruh *Trichoderma* terhadap jumlah daun bibit karet.

Dosis Trichoderma (g/bibit)	Jumlah daun karet (helai) pada beberapa tingkatan umur (MST)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
0	14.5	14	21.7	32.7	37.2	35	21.2	8
			5	5	5		5	
5	2.5	23.5	22.5	28.7	24.2	21.5	17	5
			5	5				
10	27.5	28.2	28	36	36	36.7	29.7	13
		5				5	5	
15	22.5	22.5	25.2	28.2	28	29.2	23.5	9.5
			5	5		5		
0	28.75	28.5	27.7	23.5	28.2	28.5	26.2	25
			5		5		5	
25	21	21	22.2	25.5	26.2	28	23.7	21
			5	18	5		5	
30	33.25	32.7	38.7	48.5	50	50	46.2	43
		5	5				5	

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian jamur *Trichoderma* berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang serta tidak terdapat pertambahan pada setiap minggunya (Tabel 4). Hal ini dikarenakan pertumbuhan diameter batang untuk tanaman tahunan cukup lama, oleh karena itu memerlukan waktu yang lama agar pemberian *Trichoderma Sp* memberikan respon terhadap diameter batang. Dimana hal ini sesuai dengan pernyataan Lizawati (2002), bahwa pada tanaman perkebunan mengalami pertumbuhan yang lama ke arah horizontal, sehingga untuk pertambahan diameter batang pada tanaman perkebunan membutuhkan waktu yang relatif lama, Hal ini diperkuat dengan pendapat Setyamidjaja (2008), yang menyatakan sejak berkecambah pada tahun pertama tidak tampak pertumbuhan diameter batang yang aktif. Oleh sebab itu faktor cahaya, dan interaksi antara air dan cahaya belum memperlihatkan pengaruh yang nyata, hal ini disebabkan karet merupakan tanaman tahunan membutuhkan waktu yang lama dalam meningkatkan pertumbuhan diameter.

Tabel 4. Pengaruh *Trichoderma* terhadap diameter batang bibit karet.

Dosis Tricoderma (g/bibit)	Diameter batang tanaman karet (cm) pada beberapa tingkatan umur (MST)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
0	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
5	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
10	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
15	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
20	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
30	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot akar segar dan bobot akar kering bibit karet berbeda nyata antar dosis *Trichoderma sp*. Kontrol menghasilkan bobot akar terberat baik segar yaitu 2,00 g maupun kering yaitu 1,50 g. Hal ini karena pada kontrol bibit karet tidak diinfeksi cendawan pathogen *R. macrosporus*, sedangkan pada perlakuan *Trichoderma* dilakukan infeksi sehingga terjadi gangguan terhadap akar yang berdampak pada menurunnya bobot akar. Menurut Nazaruddin (1998) bahwa cendawan pathogen *R. macrosporus* menyerang akar tanaman yang ditandai dengan adanya benang-benang jamur berwarna putih dan agak tebal. Benang-benang tersebut menempel kuat pada akar sehingga sulit dilepas. Akar tanaman yang sakit pada akhirnya akan membusuk, lunak dan berwarna coklat.

Tabel 5. Pengaruh *Trichoderma* terhadap Berat akar kering dan segar bibit karet

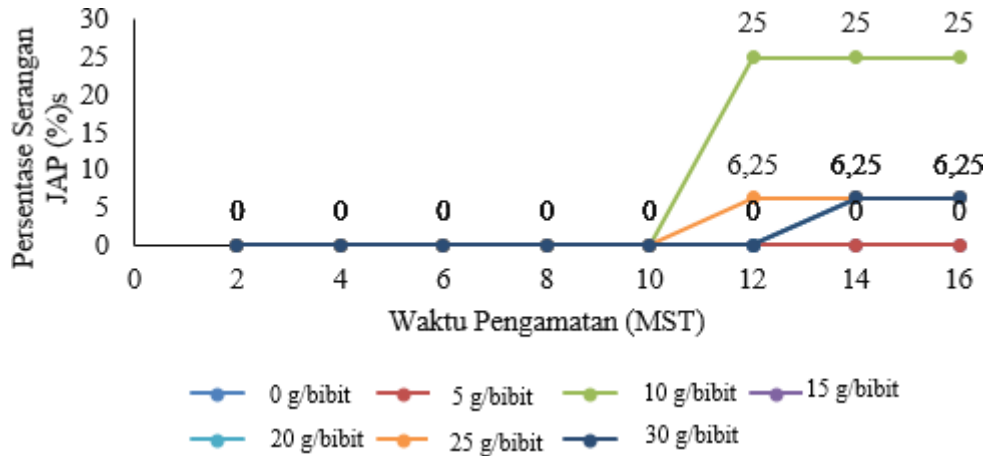
Dosis <i>Trichoderma sp</i> (g/bibit)	Bobot Akar Segar (g)	Bobot Akar Kering (g)
0	2,00 a	1,50 a
5	1,85 ab	1,20 ab
10	1,62 ab	1,10 abc
15	1,50 ab	0,92 abc
20	1,10 b	0,65 bc
25	0,98 b	0,55 bc
30	0,97 b	0,50 c

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama berarti berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf 5%

Pemberian *Trichoderma sp* pada dosis 5, 10, dan 15 g/bibit menghasilkan bobot akar segar dan kering yang berbeda tidak nyata dengan kontrol. Hal tersebut mengindikasikan bahwa dengan pemberian dosis yang tepat *Trichoderma sp* mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen *R. macrosporus* sehingga gangguan terhadap akar menjadi berkurang. Menurut Susiana *et al.* (2008), *Trichoderma* juga mempunyai kemampuan menghasilkan enzim selulosa yang dapat merusak dinding sel patogen, sehingga perkembangan patogen dapat ditekan.

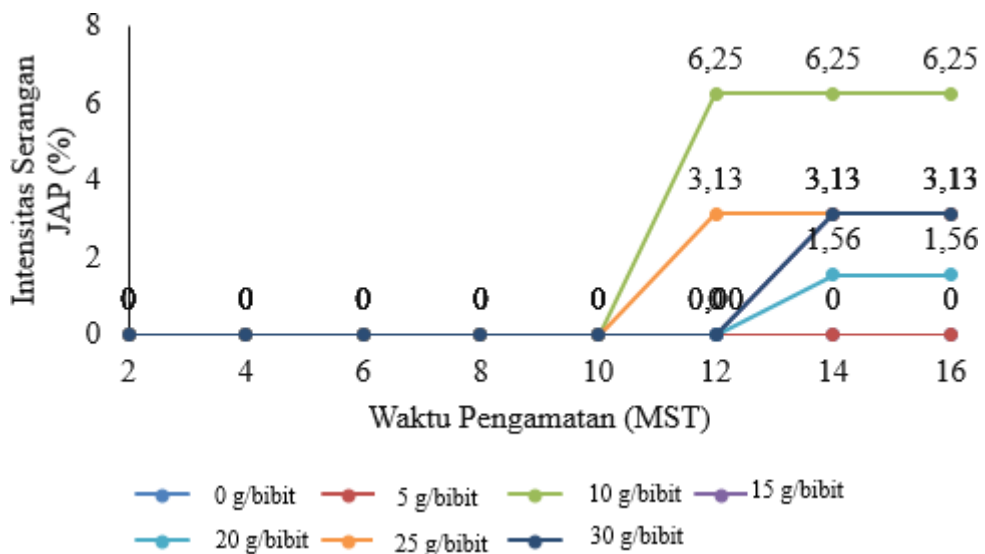
4.5 Persentase dan Intensitas Serangan Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hingga pengamatan 10 minggu nampak belum terdapat bibit karet yang terserang oleh patogen cendawan patogen *R. macrosporus*. Bahkan pada kontrol dan pemberian *Trichoderma sp* dengan dosis 5 g/bibit tidak terjadi serangan hingga akhir pengamatan. Namun pada waktu pengamatan 12 MST mulai terdapat bibit karet yang mengalami serangan cendawan patogen *R. macrosporus* yaitu pada pemberian *Trichoderma sp* dengan dosis 10 dan 25 g/bibit secara berturut-turut sebesar 25% dan 6,25%. Jumlah tersebut tidak berubah hingga pengamatan 16 MST. Selanjutnya pada pengamatan 14 MST mulai terlihat adanya bibit karet yang terserang cendawan patogen *R. macrosporus* yaitu pada pemberian *Trichoderma sp* dengan dosis 15, 20 dan 30 g/bibit masing-masing sebesar 6,25%. Jumlah tersebut tidak berubah hingga pengamatan 16 MST.



Gambar 4. Persentase serangan JAP pada bibit karet akibat pemberian *Trichoderma* sp.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kontrol dan pemberian *Trichoderma* sp dengan dosis 5 g/bibitbibit tanaman karet tidak mengalami serangan patogen cendawan patogen *R. macrosporus* hingga akhir pengamatan. Sedangkan pada pemberian *Trichoderma* sp dengan dosis 10 dan 25 g/bibit mulai muncul serangan patogen cendawan patogen *R. macrosporus* saat bibit karet berumur 12 MST dengan intensitas serangan secara berturut-turut sebesar 6,25% dan 3,13%. Jumlah tersebut tidak berubah hingga pengamatan 16 MST. Selanjutnya pada pengamatan 14 MST mulai terlihat adanya bibit karet yang terserang cendawan patogen *R. macrosporus* yaitu pada pemberian *Trichoderma* sp dengan dosis 15, 20 dan 30 g/bibit dengan intensitas serangan masing-masing 3,13%. Jumlah tersebut tidak berubah hingga pengamatan 16 MST.



Gambar 5. Intensitas serangan JAP pada bibit karet akibat pemberian *Trichoderma* sp.

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp dengan dosis 5 g/bibit mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen *R. macrosporus* sehingga tidak ditemukan tanda bibit terserang hingga akhir pengamatan. Sejalan dengan hasil penelitian Amaria *et al.* (2014) bahwa isolat jamur antagonis dari marga *Trichoderma* memiliki kemampuan daya hambat yang kuat terhadap cendawan patogen *R. macrosporus*. Adanya mekanisme mikoparasit pada *Trichoderma* sp terhadap patogen karena jamur ini menghasilkan enzim yang berfungsi sebagai *antifungal*, antara lain *trichodermin*, *gliotoxin*, dan *gliovirin* (Kubicek dan Harman, 2002).

Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa penggunaan agens hayati *Trichoderma virens* yang bersifat mikoparasit terbukti dapat menekan intensitas serangan penyakit JAP pada bibit tanaman karet (Suwandi, 2008). Demikian juga halnya dengan *T. harzianum* (Jayasuriya dan Thennakoon, 2007), bahkan *T. harzianum* dan *T. hamatum* dapat menghambat perkembangan patogen *R. microporus* lebih dari 50% (Kaewchai dan Soyong, 2010). Hal yang sama juga telah dilaporkan bahwa *T. virens*, *T. amazonicum*, *T. hamatum*, dan *T. atroviride* secara *in vitro* memiliki potensi dalam menekan perkembangan patogen *R. microporus* lebih dari 80% (Amaria *et al.*, 2013).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dosis terbaik *Trichoderma* sp untuk mengendalikan cendawan patogen *R. macrosporus* pada tanaman karet adalah sebesar 5 g/bibit yang diindikasikan dengan tidak terdapatnya tanaman yang terserang hingga akhir pengamatan, serta memiliki tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar dan kering akar lebih baik dibandingkan dengan dosis lainnya.

5.2 Saran

Aplikasi *Trichoderma* untuk mengendalikan patogen cendawan patogen *R. macrosporus* pada tanaman karet sebaiknya menggunakan dosis 5 g/bibit. Karena dengan dosis 5 g/bibit sudah mampu mengendalikan patogen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. USA : Elsevier Academic Press. 922 p.
- Akladios, S. A., and Abbas, S. M. 2012. Application of *Trichoderma harzianum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. *Afric. J. of Biotech.*, 11(35), 8672-8683.
- Amaria. W., dan Edi. W. 2014. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Jenia *Trichoderma* terhadap Penyakit Jamur Akar Putih pada Bibit Bibit karet. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Sukabumi.
- Amaria, W., Harni, R., & Samsudin. (2015). Evaluasi jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *J. TIDP*, 2(1), 51–60. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v2n1.2015.p51-60>
- Amaria, W., R. Harni, dan E. Wardiana. 2018. Pengaruh dosis dan frekuensi aplikasi biofungisida *Trichoderma* terhadap infeksi *Rigidoporus microporus* pada benih karet. *J. TID*, 5(2) : 49-58
- Amaria, W., Taufiq, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin RISTR*, 4(1), 55–64. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v4n1.2013.p55-64>
- Anwar C. 2001. *Budidaya Karet*. Pusat Penelitian Karet, MiG Corp, Medan.
- Balai Penelitian Tanah. 2008. Panduan Praktis Budidaya Bibit karet (*Hevea brassiliensis*). Balai Penelitian Tanah Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (BALITTRI). 2014. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (BALITTRI): <http://balittri.litbang.deptan.go.id>
- Barnett, H.L., B.B. Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publ. Co. Minneapolis
- Benitez, T., A. M. Rincon, M. C. Limon., and A. C. Codon. 2004. Biocontrol Mechanism of *Trichoderma* strains. *International Microbiology* 7: 249-260.
- Berlian. L., Budi. S., dan Hananto. H. 2013. Mekanisme antagonis *Trichoderma spp.* terhadap beberapa patogen tular tanah. Balai Penelitian Getas. Salatiga. 32 (2). 72-84
- Carreras-Villaseñor, N., SánchezArreguín, J. A., & HerreraEstrella, A. H. (2012). *Trichoderma*: sensing the environment for survival and dispersal. *Microbiology*, 158(1), 3–16. <https://doi.org/10.1099/mic.0.052688-0>
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Beltrán-Peña, E., Herrera-Estrella, A., and López-Bucio, J. 2011. *Trichoderma*-induced plant immunity likely involves both hormonal-and camalexin dependent mechanisms in *Arabidopsis thaliana* and confers resistance against necrotrophic fungus *Botrytis cinerea*. *Plant Signal. & Behav.*, 6(10), 1554-1563.
- Devi, S. Nugroho, T.T., Chainulfiffah, Dahliaty, A. 2000. Pemumian enzim selulase eksrtaseluler dari jamur *Trichoderma viride* TNJ63 isolat dari wilayah daratan Riau. Laporan penelitian Pekanbaru: Lembaga Penelitian Universitas Riau.

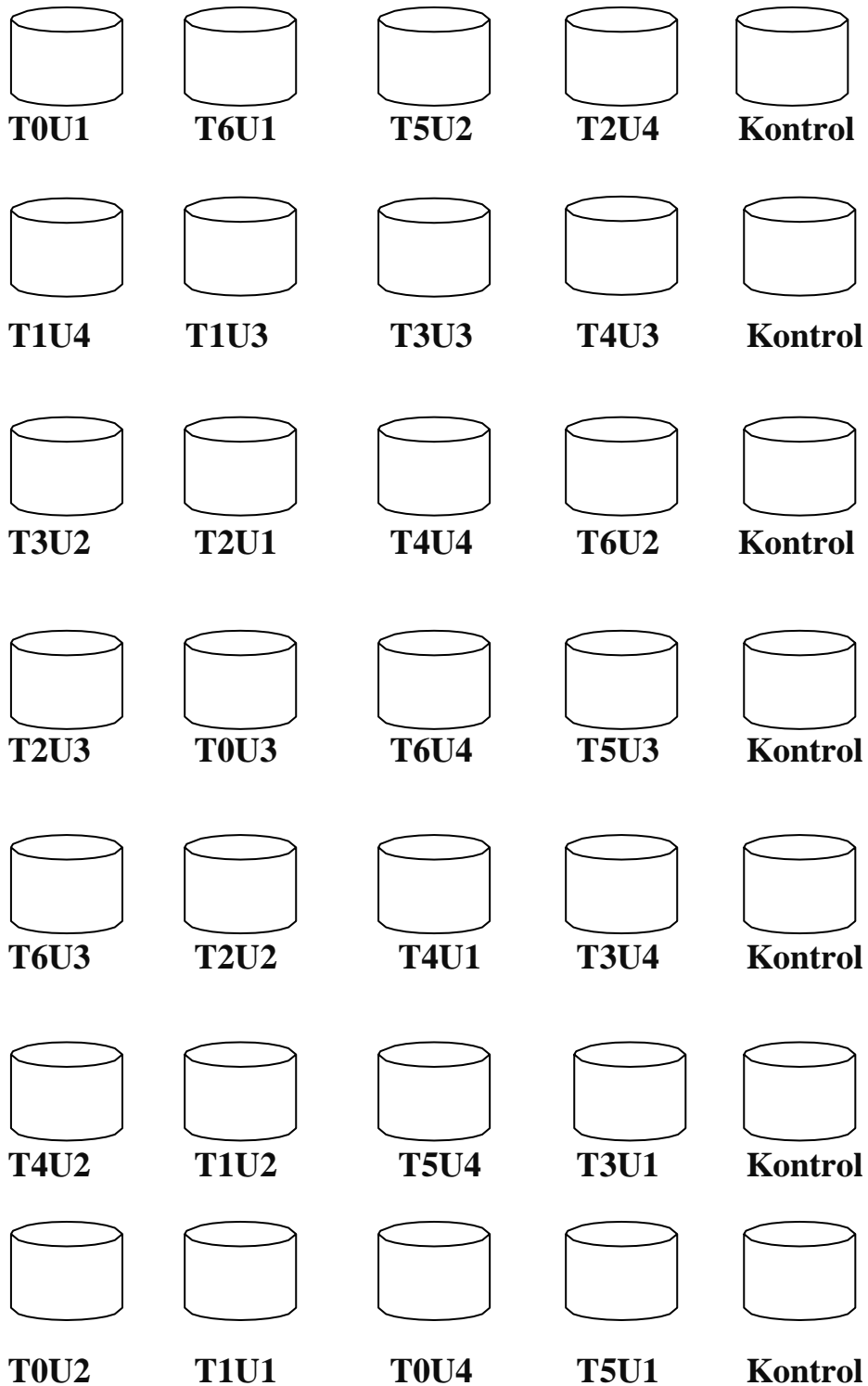
- Direktoral Jendral Perkebunan. 2017. Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2017-2019. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2017/Karet-2017-2019.pdf>. Diakses pada tanggal 29 April 2021
- Ditjenbun. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2017 – 2019*. Bengkulu.
- Domsch.KH,. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Academic press. London.
- Druzhinina, I. S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B.A., Kenerley, C.M., Monte, E., ... Kubicek, CP. (2011). *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. *Nature Reviews Microbiology*, 9, 749–759. doi: 10.1038/nrmicro2637.
- Gajera, H, R Domadiya, S Patel, M Kapopara, and B Golakiya. 2013. Molecular mechanism of *Trichoderma* as bio-control agents against phytopathogen system-a review. *Current Research in Microbiology and Biotechnology*. 1(4): 133-142.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev.* 2 : 43-56.
- Harni, R. 2014. *Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) pada Pembibitan Karet dengan Trichoderma spp.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Info Perkebunan. 6 (1) : 1-4
- Howell, CR. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. 87(1): 1-10.
- Jayasuriya, KE and BI Thennakoon. 2007. Biological control of *Rigidoporus microporus*, the cause of white root disease in rubber. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)*. 36(1): 9-16.
- Kaewchai, S., Soyong, K., & Hyde, K. D. 2009. Mycofungicides and fungal biofertilizers. *Reviews, Critiques and New Ideas. Fungal Diversity*, 38, 25-50.
- Kubicek, C. P. and G. E. Harman, 2002. *Trichoderma & Gliocladium*. Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Vol 1. The Taylor & Francis eLibrary. 278 pp.
- Lizawati. 2002. Analisis interaksi batang bawah dan batang atas pada okulasi tanaman karet. Tesis Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lorito, M., Woo, S. L., Harman, G. E., & Monte, E. 2010. Transactional research on *Trichoderma*: from omics to the field. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 48, 395-418.
- Malmierca, M. G., Cardoza, R. E., Alexander, N. J., McComick, S. P., Hermosa, R., Monte, E., & Gutiérrez., S. 2012. Involvement of *Trichoderma Trichothecenes* in the biocontrol activity and induction of plant defence-related genes. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 78(14), 456-486.
- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., Herrera-Estrella, A., Schmoll, M., & Kenerley, C. M. 2013. *Trichoderma* research in the genome era. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 51, 105-29.
- Nazaruddin dan F.B. Paimin., 1998. *Karet*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Promwee, A., Issarakraisila, M., Intana, W., Chamswarn, C., & Yenjit, P. 2014. Phosphate solubilization and growth promotion of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) by *Trichoderma* strains. *J. of Agric. Sci.*, 6(9), 8-20.

- Santosa. 2007., Karet. (<http://id.wikipedia.org/wiki/karet>). Diakses tanggal 24 April 2021.
- Samolski, I., Rincón, A. M., Pinzón, L. M., Viterbo, A., & Monte, E. 2012. The *quid74* gene from *Trichoderma harzianum* has a role in root architecture and plant biofertilization. *Microbiology*, 158, 129-138.
- Semangun, H. (2008). *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press.
- Setyamidjaja, D. 2008. Karet Budidaya dan Pengolahan. Kanisius. Yogyakarta. 208 hal
- Setyawan, B., Pawirosoemardjo, S., & Hadi, H. (2013). Biofungisida Triko Combi sebagai salah satu pengendali jamur akar putih pada tanaman karet. *Warta Perkebunan*, 32(2), 83-94.
- Setyawan, B. dan L. Admojo. 2009. *Identifikasi Batang Bawah Karet yang Potensial Resisten Terhadap Jamur Akar Putih*. *Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet*. Batam, 4 – 6 Agustus. Pusat Penelitian Karet.: 288 – 297.
- Sharma, Radheshyam, Joshi, A., & Dhaker, R. C. 2012. A brief review on mechanism of *Trichoderma* fungus use as biological control agents. *International Journal of Innovations in Bio-Sciences*, 2(4), 200-210.
- Shoresh, M., Harman, G. E., & Mastouri, F. 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Ann. Rev. Phytophthol.*, 48, 21-43.
- Situmorang, A., Suryaningtyas, H., & Febyanti, T.R. (2007). *Pengendalian penyakit akar putih dengan pemanfaatan tumbuhan antagonis pada perkebunan karet*. *Prosiding Lokarya Nasional Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet 2006* (p. 69-87). Indonesia: Pusat Penelitian Karet.
- Situmorang, A., H. Suryaningtyas, and S. Pawirosoemardjo. 2007. *Current Status of White Root Disease (Rigidoporus microporus) and the Disease Control Management in Rubber Plantation of Indonesia*. *Proceedings. International Workshop on White Root th Disease of Hevea Rubber*. Salatiga, 28 th – 29 November. International Rubber Research Development Board.: 27 - 33.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Soesanto L, Utami DS, & Rahayuniati RF. 2011b. Morphological characteristics of four *Trichoderma* isolates and two endophytic *Fusarium* isolates. *Can J Sci. and Industrial Res.* 2(8): 294-304.
- Suhendry, I., 2002. Kajian finansial penggunaan klon karet unggul generasi IV. *Warta Pusat Penelitian Karet*. 21 : 1- 3
- Susiana, P., R.S. Ferniah, dan B. Raharjo. 2008. Pengendalian penyakit lodoh (busuk umbi kentang dengan agen hayati jamur-jamur antagonis lokal. *Bioma* 10(2): 13-19.

- Suwandi. 2006. Mode of dispersal and variation in population of white root fungus *Rigidoporus microporus* as revealed by mycelial incompatibility. *Presented paper at International Workshop on White Root Disease on Hevea Rubber*. Getas, Indonesia, 28th November 2006.
- Suwandi. 2008. Evaluasi kombinasi isolat *Trichoderma* mikroparasit dalam mengendalikan penyakit akar putih pada bibit karet. *JHPT Tropika*. 8(1):55–62.
- Viterbo, A., Landau, U., Kim, S., Chernin, L., & Chet, I. (2010). Characterization of ACC deaminase from the biocontrol and plant growth-promoting agent *Trichoderma asperellum* T203. *FEMS Microbiol. Lett.*, 305, 42-48.
- Wahyudi, Suwahyono, Harsoyo, Mumpuni, Wahyuningsih, 2005. Pengaruh Pemaparan Sinar Gamma Isotop Cobalt-60 Dosis 0,25–1 kGy Terhadap Daya Antagonistik *Trichoderma harzianum* pada *Fusarium oxysporum*. *Berkala Penelitian Hayati*, 10 (2): 143-151. Diunduh tanggal 18 Mei 2021.
- Yulia, E., N. Istifadah, F. Widiyanti dan H.S Utami. 2017. Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih pada Bibit karet. *Jurnal Agrikultura*, 28(1): 47-55

LAMPIRAN

DENAH PERCOBAAN



Keterangan : T0-T6 = 7 taraf dosis perlakuan

T0-T6 = dosis 0,5,10,15,20,25,30

U1-U4= ulangan setiap perlakuan

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

Tinggi Tanaman

Dosis Trikoderma (g/bibit)	Ulangan	Tinggi Tanaman (cm) minggu ke							
		2	4	6	8	10	12	14	16
0	1	82,0	82,3	85,0	85,5	87,0	88,5	88,5	88,5
5	1	75,0	75,5	78,0	78,5	80,1	81,5	82,0	82,8
10	1	20,0	20,3	25,0	27,8	29,3	30,0	30,0	30,2
15	1	30,0	34,0	36,0	36,5	38,1	40,0	40,0	40,0
20	1	73,0	73,5	75,0	77,8	79,1	80,0	80,5	81,0
25	1	39,0	40,0	42,0	44,8	45,0	46,2	46,7	47,0
30	1	102,0	104,0	110,0	111,5	114,0	114,5	114,7	114,7
0	2	91,0	94,0	96,5	98,0	100,0	105,0	105,0	105,0
5	2	23,0	60,0	65,0	66,5	68,0	69,3	69,3	69,3
10	2	58,0	59,0	60,5	63,0	65,2	66,0	67,0	67,3
15	2	73,0	77,0	79,0	79,5	82,0	82,8	82,8	82,8
20	2	52,0	40,1	52,0	53,0	55,7	56,0	59,0	59,0
25	2	59,0	59,0	62,0	64,0	64,5	65,0	65,0	66,2
30	2	78,0	78,5	81,0	82,0	82,5	84,0	84,0	84,0
0	3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	31,2	31,2	31,2
5	3	47,0	50,4	59,0	60,5	62,0	62,5	63,0	63,0
10	3	70,0	68,0	70,0	70,0	72,5	73,0	73,0	73,0
15	3	62,0	62,0	67,0	67,0	69,2	70,2	70,2	70,2
20	3	27,0	27,5	28,5	31,5	32,0	32,7	32,7	33,0
25	3	66,0	68,0	68,5	70,0	72,1	73,0	73,5	73,5
30	3	92,0	92,5	96,0	98,0	98,8	99,5	99,5	99,5
0	4	81,0	84,0	86,0	86,5	87,0	88,0	88,0	88,0
5	4	82,5	86,0	88,5	90,0	90,5	92,0	92,0	92,0
10	4	44,0	45,0	47,0	50,0	50,5	52,0	52,0	52,0
15	4	90,0	92,0	94,0	95,5	96,0	96,5	96,5	96,5
20	4	44,0	45,5	47,0	49,5	52,0	52,5	53,0	54,1
25	4	15,0	19,0	20,5	22,0	24,2	25,0	25,7	26,0
30	4	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77,2	77,2	78,0

Jumlah Daun

Dosis Trikotoderma (g/bibit)	Ulangan	Jumlah daun (helai) minggu ke							
		2	4	6	8	10	12	14	16
0	1	19	19	26	40	35	40	25	0
5	1	26	32	33	33	37	32	30	3
10	1	29	32	34	38	47	45	33	10
15	1	7	7	10	10	21	26	26	3
20	1	30	30	25	8	10	10	10	10
25	1	18	18	16	25	30	30	35	31
30	1	38	37	54	74	74	79	79	75
0	2	5	4	28	46	54	41	20	0
5	2	19	17	17	15	21	21	10	5
10	2	25	25	22	22	31	37	21	7
15	2	18	18	29	29	35	41	33	23
20	2	17	17	19	19	25	20	20	15
25	2	32	32	39	39	23	20	20	15
30	2	36	35	35	30	33	26	26	20
0	3	13	13	13	25	31	34	30	30
5	3	27	27	22	49	25	23	23	10
10	3	17	17	17	17	15	10	10	0
15	3	27	27	32	38	16	10	10	5
20	3	18	18	18	18	20	20	15	15
25	3	20	20	20	20	29	34	20	18
30	3	16	16	20	26	29	34	37	37
0	4	22	20	20	20	29	25	10	2
5	4	18	18	18	18	14	10	5	2
10	4	39	39	39	39	51	55	55	35
15	4	38	38	30	36	40	40	25	7
20	4	50	49	49	49	58	64	60	60
25	4	14	14	14	18	23	28	20	20
30	4	43	43	46	64	64	70	70	75

Diameter Batang

Dosis Trioderma (g/bibit)	Ulangan	Diameter Batang (mm) minggu ke							
		2	4	6	8	10	12	14	16
0	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
10	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
30	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
5	2	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
10	2	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
15	2	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
20	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
25	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
30	2	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
0	3	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
5	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	3	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
20	3	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
25	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	3	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
0	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	4	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
10	4	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
15	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Lampiran 3. Hasil Analisis Varian

Diameter Batang

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	0,004142857	6,9048	0,3251121 ^{ns}	2,57
Galat	21	0.0446	0,0021238		
Total	27	0,048742857			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 2 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	5710,232143	951,70536	1,8524357 ^{ns}	2,57
Galat	21	10788,9375	513,75893		
Total	27	16499,16964			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 4 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	6667,93	1111,3217	2,5258233 ^{ns}	2,57
Galat	21	9239,6625	439,98393		
Total	27	15907,5925			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 6 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	6434,857143	1072,4762	2,4454518 ^{ns}	2,57
Galat	21	9209,75	438,55952		
Total	27	15644,60714			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 8 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	6066,624286	1011,104	2,2903287 ^{ns}	2,57
Galat	21	9270,8025	441,46679		
Total	27	15337,42679			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 10 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	5822,984286	970,49738	2.1361219 ^{ns}	2,57
Galat	21	9540,8625	454,32679		
Total	27	15363,84679			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Tinggi Tanaman 12 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	8556,484286	1426,0807	4,4156558 ^{**}	2,57
Galat	21	6782,1625	326,67238		
Total	27	15338,64679			

Ket : ^{**} = berpengaruh sangat nyata

Tinggi Tanaman 14 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	8219,527143	1369,9212	4.1935629 ^{**}	2,57
Galat	21	6860,12	1,9654636		
Total	27	1507964714			

Ket : ^{**} = berpengaruh sangat nyata

Tinggi Tanaman 16 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	8163,373571	1360,5623	4,1861154 ^{**}	2,57
Galat	21	6825,375	325,01786		
Total	27	14988,74857			

Ket : ^{**} = berpengaruh sangat nyata

Jumlah Daun 2 MST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	894,2142857	149,03571	1,3488588 ^{ns}	2,57
Galat	21	2335,5	111,21429		
Total	27	3229,714286			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 4 MST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	901,9285714	150,32143	1,3373226 ^{ns}	2,57
Galat	21	2360,5	112,40476		
Total	27	3262,428571			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 6 MST

SK	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	847,9285714	141,32143	1.1411131 ^{ns}	2,57
Galat	21	2600,75	123,84524		
Total	27	3448,678571			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 8 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	1649,428571	274,90476	1.1556979 ^{ns}	2,57
Galat	21	4995,25	237,86905		
Total	27	6644,678571			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 10 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	1942,428571	323,7381	1.4431119 ^{ns}	2,57
Galat	21	4711	224,33333		
Total	27	6653,428571			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 12 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	1992,214286	332,03571	1,0807952 ^{ns}	2,57
Galat	21	6451,5	307,21429		
Total	27	8443,714286			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun14

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	2137,357143	356,22619	1,0520339 ^{ns}	2,57
Galat	21	7110,75	338,60714		
Total	27	9248,107143			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Jumlah Daun 16 MST

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	4195,714286	699,28571	1,9098712 ^{ns}	2,57
Galat	21	7689	366,14286		
Total	27	11884,71429			

Ket : ^{ns} = berpengaruh tidak nyata

Bobot Akar Segar

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	4,223392857	0,7038988	4,1793603 ^{**}	2,57
Galat	21	3,536875	0,1684226		
Total	27	7,760267857			

Ket : ^{**} = berpengaruh sangat nyata

Bobot Akar Kering

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	6	3,333571429	0,5555952	3,1987663 [*]	2,57
Galat	21	3,6475	0,1736905		
Total	27	6,981071429			

Ket : ^{**} = berpengaruh sangat nyata