

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN BENIH DAN
KONSENTRASI PENYIRAMAN *PLANT GROWTH
PROMOTING RHIZOBACTER* AKAR KATANG-KATANG
(*Ipomea pes-caprae*) TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL
KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

IKA RATIH YULI PURNAMA

G111 16 340



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN BENIH DAN
KONSENTRASI PENYIRAMAN *PLANT GROWTH
PROMOTING RHIZOBACTER* AKAR KATANG-KATANG
(*Ipomea pes-caprae*) TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL
KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk menempuh Ujian Sarjana pada Program Studi Agroteknologi
Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

IKA RATIH YULI PURNAMA

G111 16 340



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN BENIH DAN KONSENTRASI
PENYIRAMAN *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTER* AKAR
KATANG-KATANG (*Ipomea pes-caprae*) TERHADAP PERTUMBUHAN
AWAL KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

IKA RATIH YULI PURNAMA

G 111 16 340

**Skripsi sarjana lengkap
Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar sarjana**

Pada

**Program Studi Agroteknologi
Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar**

Makassar, Januari 2020

Menyetujui :

Pembimbing I

**Abdul Mollah, S.P., M.Si.
NIP. 19740615 200604 1 001**

Pembimbing II

**Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si
NIP. 19670811 199403 1 003**

**Mengetahui :
Kepala Departemen Budidaya Pertanian**



**Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si
NIP. 19591103 199103 1 002**

PENGESAHAN

JUDUL : PENGARUH LAMA PERENDAMAN BENIH DAN KONSENTRASI PENYIRAMAN *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTER* AKAR KATANG-KATANG (*Ipomea pes caprae*) TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

NAMA : IKA RATIH YULI PURNAMA

NIM : G111 16 340

Skripsi ini telah diterima dan dipertahankan pada Hari Senin Tanggal 27 Januari 2020 dihadapan Pembimbing/Penguji berdasarkan Surat Keputusan No. 9/UN4.10.

7. 1/PP.28/2020 dengan susunan sebagai berikut:

Abdul Mollah, S.P., M.Si. (Ketua Sidang)


Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si (Sekretaris)

Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si. (Anggota)

Dr. Ir. Hj. Syatrianty A. Syaiful, MS. (Anggota)

Dr. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP. (Anggota)

Dr. Ir. Rafiuddin, MP (Anggota)

Mengetahui :
Ketua Departemen Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si
NIP. 19591103 199103 1 002

RINGKASAN

IKA RATIH YULI PURNAMA (G111 16 340). Pengaruh Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman *Plant Growth Promoting Rhizobacter* Akar Katang-Katang (*Ipomea pes-caprae*) terhadap Pertumbuhan Awal Kakao (*Theobroma cacao* L.). Dibimbing oleh **ABDUL MOLLAH** dan **ABD HARIS BHRUN**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan dari perlakuan lama perendaman benih kakao dan konsentrasi penyiraman *plant growth promoting rhizobacter* akar katang-katang (*Ipomea pes-caprae*) terhadap pertumbuhan awal kakao (*Theobroma cacao* L.). Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Gantarangkeke, Kecamatan Gantarangkeke, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan yang berlangsung sejak bulan Agustus-Oktober 2019. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk rancangan faktorial dua faktor (RF2F) dengan rancangan acak kelompok (RAK). Lama perendaman benih kakao sebagai faktor pertama yang terdiri atas 4 taraf yaitu : 0 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit dan konsentrasi penyiraman PGPR dari akar katang-katang sebagai faktor kedua yang terdiri atas 5 taraf yaitu: 0 mL/L, 5 mL/L, 10 mL/L, 15 mL/L, dan 20 mL/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dan 15 menit memberikan pengaruh nyata terhadap daya kecambah yaitu 100%, kecepatan tumbuh benih yaitu 7,14% peretmal, dan persentase benih abnormal yaitu 0%. Perlakuan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang yang memberikan pengaruh terbaik adalah perlakuan konsentrasi penyiraman 5 mL/L yaitu pada parameter diameter batang (3,85 mm), panjang akar (21,43 cm), bobot kering tanaman (1,45 gram), bobot kering akar (0,28 gram) dan rasio tajuk akar (6,11). Interaksi yang memberikan pengaruh terbaik adalah perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dan konsentrasi penyiraman 10 mL/L yaitu pada parameter jumlah daun (8, 00 helai) dan rasio tajuk akar (6,11).

Kata kunci : Kakao, Katang-katang, Perendaman, Penyiraman, PGPR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Sang Hyang Widhi Wasa atas limpahan kasihnya sehingga hasil penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tidak lupa pula mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengaruh Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman *Plant Growth Promoting Rhizobacter* Akar Katang-Katang (*Ipomea pes-caprae*) terhadap Pertumbuhan Awal Kakao (*Theobroma cacao* L.)”.

Tulisan ini dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang pengaruh yang dihasilkan dari perlakuan lama perendaman benih kakao dan konsentrasi penyiraman *Plant Growth Promoting Rhizobacter* akar katang-katang (*Ipomea pes-caprae*) terhadap pertumbuhan awal kakao (*Theobroma cacao* L.) sehingga dapat dijadikan bahan referensi atau tambahan pengetahuan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa. Oleh karena itu dengan tangan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar saya dapat memperbaiki hasil penelitian ini. Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Makassar, Januari 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Anghayubagia puji syukur kepada Sang Hyang Widhi Wasa atas limpahan kasihnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Ratu Ibuku Ida Ayu Kade Winiari, S.Pd AUD, dan Kakakku Ida Bagus Apriliyanto, SM, yang telah mendidik penulis dengan tegas serta dengan penuh perhatian, memberi nasihat dengan kesabaran, dan dengan dukungan finansial dari kalian sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Awignamastu suatu hari nanti Ibu dan kakak akan mendapat phala dari segala kebaikan yang diberikan.
2. Bapak Abdul Mollah Jaya, SP., M.Si dan Bapak Dr. Ir. Abd Haris B., M.Si selaku dosen pembimbing serta Ibu Dr. Ir. Hj. Syatrianty A. Syaiful, MS. Bapak Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si. dan Ibu Dr. Ifayanti Ridwan Saleh, SP., MP. Selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran kepada penulis sejak awal penelitian hingga terselesaikannya penelitian ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Budidaya Pertanian serta seluruh staf dan pegawai atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
4. Kepala laboratorium Biofertilizer dan Mikroba Potensial Kak Asti, terima kasih atas bantuannya di lab selama ini.
5. Bapak Alwi Lauseng, S.Pt, Ibu Hasia, dan Bapak-Bapak PPL Kecamatan Tompobulu terima kasih karena telah telah menjadi orang tua bagi kami selama 2 bulan pelaksanaan KKN.
6. Bapak Nurman dan Ibu selaku pembimbing dilokasi penelitian, terima kasih atas izin melaksanakan penelitian di lahannya dan bantuannya selama proses pengamatan di lapangan.
7. Tanoto Foundation selaku pemberi beasiswa selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Hasanuddin dan Teman-Teman Tanoto Scholars

Association (TSA) Unhas yang selalu memberikan semangat dalam pelaksanaan penelitian.

8. Teman-teman Posko Kecamatan Tompobulu, Muhammad Farham Rifaldy Akhmad, Sulis Andriani, Ridahwati, Rahmasari N, Nurfauziyah, Rima Rahmawati, M Yusuf Hasbianto, Nurul Amin dan Rian Irawan terima kasih telah mengisi hari-hariku selama 2 bulan di lokasi KKN. Terima kasih atas kerjasamanya.
9. Teman-teman Xerofit 2016, Agroteknologi 2016 dan Himpunan Mahasiswa Agronomi yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas segala dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
10. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis berharap semoga yang terdapat dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Makassar, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Judul	Halaman
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Hipotesis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Deskripsi Kakao	7
2.2 Pembibitan Kakao	9
2.3 Potensi Katang-katang	10
2.3 PGPR Akar <i>Ipomea pes-caprae</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Uji Laboratorium	26
4.2 Hasil Pengamatan di Lapangan.. ..	40
4.3 Pembahasan.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Lampiran	No	Teks	Halaman
	1	Hasil Uji penentuan genus bakteri	26
	2.	Daya kecambah (%) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14	27
	3	Kecepatan tumbuh benih (% peretmal) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14	28
	4	Persentase benih abnormal (%) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14	29
	5	Rata-rata tinggi tanaman (cm) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST	30
	6	Rata-rata jumlah daun (helai) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST	31
	7	Rata-rata diameter batang (mm) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST	32
	8	Rata-rata luas daun (cm ²) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR katang-katang	33
	9	Rata-rata panjang akar (cm) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang	34
	10	Rata-rata bobot basah tanaman (gram) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang	35
	11	Rata-rata bobot kering (gram) bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang	36
	12	Rata-rata bobot basah akar (gram) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang	37
	13	Rata-rata bobot kering akar (gram) bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang	39
	14	Rata-rata rasio tajuk akar bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang	40
	15	Jenis rhizosfer tumbuhan pantai dan mikrobial	48
	16	Konsentrasi IAA pada rhizosfer tanaman pantai	48

Lampiran 2	2a.	Daya kecambah (%) kakao hari ke-14	57
	2b.	Sidik ragam daya kecambah (%) hari ke-14	57
	3a.	Kecepatan tumbuh benih (hari per etmal)	58
	3b.	Sidikragam kecepatan tumbuh benih (hari per etmal)	58
	4a.	Persentase benih abnormal (%)	59
	4b.	Persentase benih abnormal (%) transformasi data log + 1	59
	4c.	Sidik ragam persentase benih abnormal (%)	59
	5a.	Rata-rata tinggi tanaman (cm) 8 MST	60
	5b.	Rata-rata tinggi tanaman (cm) transformasi data log + 1	60
	5c.	Sidik ragam rata-rata tinggi tanaman (cm) 8 MST	61
	6a.	Rata-rata jumlah daun (helai) 8 MST	61
	6b.	Sidik ragam jumlah daun (helai) transformasi data log+1	62
	6c.	Sidik ragam rata-rata jumlah daun (helai) 8 MST	62
	7a.	Rata-rata diameter batang (mm) 8 MST	63
	7b.	Rata-rata diameter batang (mm) transformasi data log+1	63
	7c.	Sidik ragam rata-rata diameter batang (mm) 8 MST	64
	8a.	Rata-rata luas daun (cm ²) 8 MST	64
	8b.	Rata-rata luas daun (cm ²) transformasi data ke log+1	65
	8c.	Sidik ragam rata-rata luas daun (cm ²) 8 MST	65
	9a.	Rata-rata panjang akar (cm) 8 MST	66
	9b.	Rata-rata panjang akar (cm) transformasi data ke log+1	66
	9c.	Sidik ragam rata-rata panjang akar (cm) 8 MST	67
	10a.	Rata-rata bobot basah tanaman (gram)	67
	10b.	Sidik ragam rata-rata bobot basah tanaman (gram)	68
	11a.	Rata-rata bobot kering (gram)	68
	11b.	Rata-rata bobot kering (gram) transformasi data ke log+1	69
	11c.	Sidik ragam rata-rata bobot kering (gram)	69
	12a.	Rata-rata bobot basah akar (gram)	70
	12b.	Sidik ragam rata-rata bobot basah akar (gram)	70
	13a.	Rata-rata bobot kering akar (gram)	71
	13b.	Sidik ragam rata-rata bobot kering akar (gram)	71
	14a.	Rata-rata rasio tajuk akar	72
	14b.	Sidik ragam rata-rata rasio tajuk akar	72
Lampiran 4	17	Rekapitulasi Pengaruh Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman Akar Katang-Katang terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao	73
Lampiran 6	18	Uji reaksi gram pada PGPR akar katang-katang dengan metode sebar dan metode gores	82
	19	Uji katalase pada PGPR akar katang-katang dengan metode sebar dan metode gores	82

DAFTAR GAMBAR

Lampiran	No	Teks	Halaman
	1.	Hasil pengamatan mikroskopis bakteri di bawah mikroskop	26
Lampiran 1	2.	Denah Percobaan di Lapangan	56
Lampiran 4	3.	Tanaman Katang-katang	74
	4.	Buah kakao yang digunakan	74
	5.	Pembuatan PGPR akar Katang-katang	74
	6.	Pemanenan PGPR akar Katang-katang	74
	7.	Proses pencucian benih kakao	74
	8.	Proses pelepasan pulp kakao	74
	9.	Persiapan perlakuan perendaman benih	74
	10.	Perlakuan lama perendaman benih	74
	11.	Proses penyemaian benih	75
	12.	benih yang telah tumbuh akar	75
	13.	Pengisian polibag	75
	14.	Pengukuran pH media tanam	75
	15.	Pengukuran 1 MST	75
	16.	Pengamatan 1 MST	75
	17.	Pengamatan 2 MST	75
	18.	Pengaplikasian konsentrasi penyiraman PGPR	75
	19.	Pengamatan bibit 3 MST	76
	20.	Pengukuran diameter batang	76
	21.	Pengamatan bibit 4 MST	76
	22.	Pengamatan bibit 5 MST	76
	23.	Pengamatan bibit 6 MST	76
	24.	Pengamatan bibit 7 MST	76
	25.	Pengamatan bibit 8 MST	76
	26.	Pengukuran luas daun	76
	27.	Penimbangan berat basah tanaman	77
	28.	Pengovenan tanaman	77
	29.	Penimbangan berat basah	77
	30.	Pewarnaan bakteri	77
	31.	Hasil pewarnaan bakteri	77
	32.	Pengamatan Mikroskopis pada preparat	77
	33.	Pengamatan Tanaman tanpa perlakuan lama perendaman benih	77
	34.	Pengamatan Tanaman dengan lama perendaman benih 5 menit	78
	35.	Pengamatan Tanaman dengan lama perendaman benih 10 menit	78
	36.	Pengamatan Tanaman dengan lama perendaman benih 15 menit	78
	37.	Pengamatan Tanaman perlakuan tanpa konsentrasi penyiraman	79
	38.	Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 5 mL/L	79
	39.	Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 10 mL/L	79
	40.	Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 15 mL/L	80
	41.	Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 20 mL/L	80

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Denah Percobaan di Lapangan	56
2.	Data Pengamatan di Lapangan dan Sidik Ragam	57
3.	Tabel Rekapitulasi Pengaruh Perlakuan	73
4.	Gambar Penelitian	74
5.	Perhitungan Penggunaan Dosis Dolomit	81
6.	Hasil Penjabaran Uji Laboratorium	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditi tanaman perkebunan yang memiliki peran penting dalam perekonomian negara, terutama dalam hal pendapatan petani serta sebagai sumber devisa negara melalui hasil nilai ekspor. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2015), total produksi kakao di Indonesia mencapai 661.243 ton dengan nilai ekspor sebesar US\$ 1.316.867. Permintaan kakao di dunia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hingga tahun 2018 Indonesia tetap menjadi salah satu produsen kakao terbesar di dunia dengan produksi 657.100 ton. Total ekspor Kakao lima tahun terakhir mengalami fluktuatif naik-turun peningkatan berkisar antara 6,48 sampai dengan 7,53 persen per tahun sedangkan penurunan mencapai 19,4 persen. Untuk tahun 2017 total ekspor mengalami peningkatan sebesar 7,53 persen. Pada tahun 2013 total volume ekspor mencapai 414,09 ribu ton dengan total nilai sebesar US\$ 1,13 milyar, menurun menjadi 354,88 ribu ton pada tahun 2017 dengan total nilai sebesar US\$ 1,12 milyar (Statistik Kakao, 2018).

Permintaan kakao dunia masih sangat tinggi yang setiap tahunnya mengalami peningkatan. Kebutuhan kakao dunia pertahun mencapai 6,7 juta ton dan baru bisa terpenuhi 2,5 juta ton. Artinya, masih kurang 4 juta ton lebih untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat, sehingga ini tetap dapat menjadi peluang bagi Indonesia khususnya Sulawesi Selatan (Yusniar, 2013). Sulawesi Selatan sebagai salah satu daerah pemasok utama kakao Indonesia sebesar 27%

dengan pertumbuhan 8,6% (Suryani et al., 2007). Daerah ini juga tidak luput dari permasalahan penurunan produksi yang telah diuraikan di atas. Masalah yang dihadapi menurut Winarno (1995) ialah kemungkinan terjadinya segregasi karena penggunaan biji sebagai bahan tanam, sehingga pertumbuhan, produktivitas maupun mutu hasil tanaman sangat beragam. Perbanyakkan tanaman kakao asal biji sudah dilakukan petani kakao sejak lama dan secara turun temurun. Bahkan Limbongan et al., (2010) menemukan beberapa petani kakao di Sulawesi Selatan sering membawa biji dari daerah lain sehingga memungkinkan penularan hama penyakit dari satu daerah ke daerah yang lain. Masalah lain adalah benih kakao harus dikecambahkan terlebih dahulu, dibibitkan sekitar enam bulan di pesemaian, sehingga memerlukan tambahan waktu dan biaya di pesemaian.

Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab utama rendahnya produktivitas perkebunan kakao di Indonesia adalah rendahnya kualitas bibit kakao yang dibudidayakan. Pada umumnya petani di Indonesia membudidayakan kakao dengan menggunakan bibit yang berasal dari biji. Meskipun pembibitan secara generatif menggunakan biji mudah dilakukan dan dapat dihasilkan bibit dengan jumlah yang banyak dengan biaya yang murah, namun pembibitan kakao menggunakan biji akan menghasilkan tanaman yang tidak seragam secara genetik. Hal tersebut karena kakao merupakan salah satu tanaman yang melakukan penyerbukan silang (Li et al., 1998). Dari pernyataan tersebut, sehingga menimbulkan permasalahan yang sedang dihadapi saat ini yaitu dapatkah meningkatkan produksi kakao untuk memenuhi kebutuhan kakao dimasa mendatang sedangkan untuk ketersediaan bibit yang bermutu baik saat ini sulit

untuk didapatkan. Budidaya kakao dimulai dari tahap pembibitan dan dari tahap ini nanti akan menentukan keberhasilan tanaman. Di dalam masa pembibitan ini harus diperoleh bibit dengan kualitas yang baik sehingga akan menjadi tolak ukur pertumbuhan yang optimum serta mutu biji kakao yang baik pula nantinya. Tentu guna memperoleh bibit yang berkualitas, pemilihan atau penggunaan benih dengan mutu yang baik akan menjadi faktor utama. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu benih adalah dengan perlakuan perendaman dan penambahan PGPR.

Perendaman benih adalah kegiatan hidrasi secara perlahan sebelum benih dikecambahkan, bertujuan agar potensial air benih mencapai keseimbangan untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih (Rouhi et al., 2011). Perlakuan perendaman benih dapat dikombinasikan dengan pemberian agen hayati yang mampu untuk meningkatkan kualitas perkecambahan benih, misalnya dengan mikroba pengikat nitrogen atau mikroba yang mampu menghasilkan hormon pertumbuhan atau mikroba untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman. Salah satu mikroba yang dapat ditambahkan yakni mikroba yang berasal dari PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) sebagai hormonal bagi tanaman yang dapat menyediakan nutrisi lebih guna memacu pertumbuhan tanaman.

Penggunaan PGPR pada tanaman ini terbukti dari beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan. Menurut hasil penelitian Baihaqi et al., (2018) memperlihatkan bahwa penggunaan PGPR terhadap tanaman mentimun dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan bobot buah (ton/ha) 68,6 hingga 77,7% dibandingkan tanpa PGPR. Penelitian lainnya pada tanaman perkebunan yakni hasil penelitian dari Widyaningrum (2017) menunjukkan hasil bahwa aplikasi PGPR

dapat meningkatkan panjang akar, jumlah akar, jumlah daun, tinggi tanaman, berat kering total, rasio pucuk akar, kekokohan bibit dan indeks mutu bibit kopi robusta.

Pengaplikasian PGPR dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan cara perendaman benih dan penyiraman disekitar daerah perakaran tanaman. Perendaman benih dengan PGPR bertujuan agar bakteri yang terkandung dalam PGPR mampu mengkoloni benih seawal mungkin. Perlakuan lama perendaman benih yang tepat mampu meningkatkan hasil tanaman dikarenakan bakteri akan mengikat seedcoat dan melakukan imbibisi ke dalam benih. Sedangkan perlakuan penyiraman PGPR berfungsi sebagai perlakuan susulan untuk menambah bakteri yang ada pada daerah rizosfir, populasi bakteri pada daerah rizosfir dapat membantu melakukan penyerapan unsur hara yang berguna bagi tanaman (Baihaqi et al., 2018).

Salah satu potensi yang dimiliki oleh Sulawesi Selatan adalah kehadiran tanaman katang-katang (*Ipomea pes-caprae*) yang memiliki distribusi geografis yang relatif luas di daerah-daerah pantai tropis. Spesies tumbuhan ini sering dijumpai tumbuh di sekitar garis pantai, terutama pada lidah pasir, serta memiliki peranan penting dalam ekosistem pantai. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aiman et al., (2014) menyatakan bahwa dari tumbuhan dominan di pasir pantai, dapat diperoleh 13 isolat mikrobial yang potensial sebagai PGPR yang dibuktikan dengan kemampuannya menghasilkan IAA serta kemampuannya menghasilkan Fosfat dengan dibuktikan adanya zona terang pada media Pikovkaya. Dari ke-13 mikrobial yang telah diisolasi, bakteri C7, K2, K9 dan K15, IAA yang dihasilkan relatif lebih tinggi dibandingkan isolat lainnya. IAA yang dihasilkan dari

keempat bakteri tersebut berturut-turut sebesar 0,63 ppm untuk C7, 0,40 ppm untuk K2, dan K9 menghasilkan 0,60 ppm serta 0,59 ppm untuk isolat K15. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan uji penelitian lanjut untuk mengetahui kombinasi perlakuan lama perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dalam pertumbuhan bibit kakao.

Berdasarkan pemaparan di atas, perlakuan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR dari akar katang-katang yang tepat diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kakao, sehingga dengan adanya interaksi antara kedua perlakuan tersebut, akan didapatkan efisiensi waktu perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu lama perendaman dan konsentrasi lokal dosis PGPR dari akar katang-katang terhadap pertumbuhan bibit Kakao serta interaksi antara efisiensi lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman optimal PGPR dari akar katang-katang terhadap pertumbuhan bibit kakao.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat salah satu waktu lama perendaman PGPR akar katang-katang yang akan memberikan pengaruh terbaik terhadap perkecambahan benih kakao.
2. Terdapat salah satu konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang yang akan memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit kakao.
3. Terdapat interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang yang akan memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Kakao

Tanaman kakao berasal dari Amerika Selatan merupakan tanaman kecil yang tumbuh di bawah naungan hutan hujan tropis sehingga terbiasa hidup di bawah lindungan pohon-pohon besar. Tanaman kakao memiliki klasifikasi: *Divisi Spermatophyta; Kelas Dicotyledoneae; Ordo Malvales; Famili Sterculiaceae; Genus Theobroma* dan *Spesies Theobroma cacao L* (Asrul et al., 2012).

Sistem perakaran tanaman kakao yang berasal dari biji memiliki akar tunggang yang tumbuh lurus ke bawah. Akar lateral pada awal pertumbuhan tumbuh pada leher akar yang tidak jauh dari permukaan tanah. Sedangkan pada tanaman dewasa akar-akar sekunder menyebar sekitar 15-20 cm di bawah permukaan tanah (Suwanto et al., 2010). Batang tanaman kakao dapat tumbuh sampai ketinggian 8-10 meter dari pangkal batangnya pada permukaan tanah. Tanaman kakao punya kecenderungan tumbuh lebih pendek bila ditanam tanpa pohon pelindung. Tanaman kakao yang diperbanyak melalui biji akan menumbuhkan batang utama sebelum menumbuhkan cabang-cabang primer. Letak cabang-cabang primer itu tumbuh disebut *lorquette*. Pada tanaman kakao yang diperbanyak secara vegetatif tidak didapati *lorquette* (Suwanto et al., 2010).

Pembentukan daun pada cabang samping bersamaan dengan keluarnya pucuk-pucuk daun (*flush*). Warna daun muda pada saat *flush* bermacam-macam, tergantung dari tipe atau varietas kakao, yaitu berwarna hijau pucat, hijau

kemerah-merahan dan merah. Setelah dewasa daun-daun muda tersebut warnanya berubah menjadi hijau (Limbongan et al., 2010).

Tanaman kakao berbunga sepanjang tahun, dan tumbuh berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang-cabang dan rantingranting. Bunga yang keluar pada ketiak daun lama kelamaan akan menggemuk dan membesar, yang disebut bantalan bunga atau buah. Bunga kakao tergolong bunga sempurna, terdiri atas daun kelopak (*calyx*) sebanyak 5 helai, dan benang sari (*androecium*) sejumlah 10 helai (Suwanto et al., 2010).

Warna buah kakao beraneka ragam, namun pada dasarnya hanya ada dua macam yaitu: buah muda berwarna hijau putih dan bila masak menjadi berwarna kuning, dan buah muda yang berwarna merah setelah masak menjadi oranye. Kulit buah beralur, alur dalam dan dangkal silih berganti. Untuk jenis Criollo dan Trinitario alur buah nampak jelas, kulit tebal tetapi lunak dan permukaan kasar. Sedangkan jenis Forastero umumnya permukaan buah halus atau rata dan kulitnya tipis tetapi keras dan liat (Rubiyo, 2009).

Buah kakao yang masih muda disebut *cherelle*, dan sampai 3 bulan pertama sejak perkembangannya akan terjadi *cherelle wilt*, yaitu buah muda menjadi kering dan mengeras. Kehilangan buah dapat mencapai 80% dari seluruh buah yang berkembang. Buah yang telah berumur 3 bulan (panjang buah 5-10 cm), pada umumnya sudah tidak akan mengalami *cherelle wilt*, namun dapat berkembang menjadi buah yang masak jika tidak terserang oleh hama atau penyakit (Rubiyo, 2009).

2.2 Pembibitan Kakao

Tanaman kakao merupakan golongan tumbuhan dikotil yang memiliki sistem perakaran tunggang yang sebagian akar lateralnya berkembang di dekat permukaan tanah antara kedalaman 0-30 cm. Pada akarnya terdapat rambut-rambut akar yang merupakan perluasan permukaan sel epidermis dari akar tersebut. Upaya yang dilakukan untuk mengembangkan tanaman kakao agar dapat berhasil dengan baik adalah dengan mempersiapkan media tanam pada awal pembibitan, karena pembibitan merupakan pertumbuhan awal suatu tanaman sebagai penentu pertumbuhan tanaman selanjutnya. Oleh karena itu pemeliharaan tanaman pada tahap pembibitan harus dilakukan lebih intensif (Saad, 2018).

Pada pengembangan bibit kakao terdapat dua cara yaitu dengan cara vegetatif dan dengan cara generatif. Cara vegetatif merupakan perkembangbiakan kakao dengan mengambil bagian tanaman kakao yang sudah tumbuh kemudian diperbanyak sehingga dapat diperoleh jumlah bibit yang lebih banyak. Cara generatif merupakan perkembangbiakan kakao dengan melakukan perkecambahan benih kakao (Saad, 2018).

Biji kakao didefinisikan sebagai biji yang dihasilkan oleh tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.), yang dibersihkan dan dikeringkan. Mutu biji kakao merupakan salah satu hal terpenting dalam menentukan tingkat harga di pasar internasional. Industri makanan dan minuman sebagai pengguna terbesar biji kakao menetapkan berbagai syarat yang ketat dari aspek citarasa dan keamanan pangan. Produksi kakao mempunyai kaitan yang sangat erat dengan pelaksanaan teknik budidaya dan kualitas bibit. Pembibitan kakao mempunyai peranan penting

untuk menghasilkan kualitas bibit yang bermutu. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mendapatkan bibit yang diharapkan, di antaranya dengan menyediakan hara pada media tanam sesuai dengan kebutuhan bibit. Pemupukan dengan menggunakan pupuk anorganik merupakan alternatif yang banyak dipilih petani dalam usaha memenuhi kebutuhan hara tanaman. Selama kurun waktu 20 tahun terakhir terjadi kenaikan penggunaan pupuk kimia sintesis hampir 5 kali lipat, sementara kenaikan produksi hanya mencapai 50%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk anorganik sudah tidak efisien lagi (Depari, 2018).

Kakao hibrida lokal GTB (Gantarangekeke Bantaeng) merupakan kakao asli Sulawesi yang berasal dari Kabupaten Bantaeng. Menurut hasil wawancara penulis terhadap petani kakao Bantaeng, menyatakan bahwa benih kakao GTB merupakan jenis benih kakao lindak yang telah berada dan ditemukan di Bantaeng sejak tahun 1980-an oleh petani sekitar, namun hingga saat ini benih GTB tersebut belum dilakukan verifikasi oleh pemerintah dan belum memiliki serifikasi resmi sehingga keberadaannya masih belum diketahui banyak orang (Nurman, 2019). Karim et al., (2015) mengemukakan ciri-ciri klon GTB adalah memiliki potensi hasil 2 ton/ha (populasi 640 pohon/ha), rata-rata ketebalan kulit 1,02 cm, tahan terhadap serangan penyakit busuk buah dan tahan terhadap serangan hama PBK.

2.3 Potensi Katang-Katang

Ipomea pes-caprae merupakan vegetasi yang mendominasi formasi *pes-caprae* yang berada pada daerah pasang tertinggi dan pada semua pantai terbuka di daerah tropika. *Ipomea pes-caprae* merupakan tumbuhan herba tahunan dengan akar yang tebal dan tumbuh pada ruas batang. Panjang batang 5-30 m dan menjalar,

berbentuk bulat, basah dan berwarna hijau kecoklatan. Vegetasi ini memiliki daun tunggal, tebal, licin dan mengkilat. Bunga berwarna merah muda-ungu dan agak gelap di bagian pangkal bunga. Buah berbentuk kapsul bundar hingga agak datar dengan empat biji berwarna hitam dan berambut rapat. Ukuran buah 12-17 mm, sedangkan biji 6-11 mm. Jenis ini tumbuh mulai dari permukaan laut hingga 600 m, biasanya di pantai berpasir, tetapi juga tepat pada garis pantai (Burhan, 2014).

Ipomea pes-caprae memiliki distribusi geografis yang relatif luas di daerah-daerah pantai tropis. Spesies tumbuhan ini sering dijumpai tumbuh di sekitar garis pantai, terutama pada lidah pasir, serta memiliki peranan penting dalam ekosistem pantai, seperti pelindung alamiah garis pantai terhadap erosi. Vegetasi ini mampu hidup pada kondisi lingkungan yang keras dan tidak stabil, seperti lidah pasir, karena spesies ini memiliki toleransi besar terhadap air laut yang mempengaruhi pertumbuhan awalnya (Burhan, 2014).

Tumbuhan yang berada di lahan marginal akan dapat tumbuh dengan baik apabila ada keikutsertaan mikroba, utamanya mikrobia yang membentuk koloni di akar yang sering disebut sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobakteria*) yang hidup di sekitar perakaran tanaman (Brustaman, 2006). Mikrobia tersebut hidupnya secara berkoloni menyelimuti akar tanaman dan berfungsi untuk memacu pertumbuhan tanaman, memperbaiki fisiologi akar, mengurangi penyakit dan sekaligus menyediakan unsur hara seperti P, Fe, S dan Cu sehingga tersedia bagi tanaman (Hartono et al., 2005).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aiman et al., (2014), mikroba yang mampu menghasilkan fosfat tersedia sebagian besar berasal dari katang-

katang (*I. Pes-caprae*). Hal itu terlihat dari luasnya diameter zona terang dari beberapa isolat mikroba katang-katang, seperti K₂N, K₈N, K₉N, K₁₅N, K₅P, K₆P, dan isolat mikroba lainnya. Selain itu, bobot kering akar, jumlah bintil akar total, jumlah bintil akar efektif maupun bobot bintil akar tanaman kacang tunggak sebagai objek penelitian pada rhizosfer katang-katang menunjukkan hasil paling tinggi dan diikuti pemberian mikroba rhizosfer lainnya dan yang paling rendah adalah yang tanpa pemberian mikroba rhizosfer. Dalam hal ini mikroba yang berperan sebagai PGPR antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, serta Mikoriza. Fungsi mikroba tersebut adalah memperluas jangkauan kemampuan tanaman untuk menyerap hara maupun air apabila lahannya kurang baik dan akan lebih maksimal apabila lahannya marginal.

2.4 PGPR Akar *Ipomea pes-caprae*

PGPR akar *Ipomea pes-caprae* merupakan salah satu PGPR buatan yang diupayakan dapat membantu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman dengan menggunakan konsep *Plant Growth Promoting Rhizobacter* (PGPR) dari akar tanaman *Ipomea pes-caprae*. PGPR adalah sekelompok bakteri di daerah perakaran tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen melalui beberapa mekanisme. Beberapa mekanisme yang diperankan oleh PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman antara lain sebagai pupuk hayati, menghasilkan fitohormon, menghasilkan siderofor, melarutkan fosfat, sebagai agen pengendali hayati, dan sebagai fungisida hayati. Aplikasi PGPR pada tanaman dapat memodulasi pertumbuhan dan perkembangan akar dengan memproduksi fitohormon, metabolit sekunder dan enzim. Hal yang paling umum adalah

berkurangnya pertumbuhan akar primer dan meningkatnya panjang dan jumlah akar lateral dan akar rambut (Joko et al., 2015).

PGPR mampu menghasilkan hormon auksin yang juga berperan untuk menjaga tingkat kesegaran dari tanaman. Lebih lanjut A'yun et al., (2013) menyebutkan bahwa mekanisme secara langsung yang dilakukan oleh PGPR yaitu dengan cara mensintesis metabolit misalnya senyawa yang merangsang pembentukan fitohormon seperti indole acetic acid (IAA), atau dengan meningkatkan pengambilan nutrisi tanaman. IAA merupakan salah satu hormon pertumbuhan tanaman yang sangat penting. IAA merupakan bentuk aktif dari hormon auksin yang dijumpai pada tanaman dan berperan meningkatkan kualitas hasil panen. Penambahan PGPR juga berperan dalam peningkatan kandungan kloroplas sehingga terjadi peningkatan fotosintesis per luasan daun. Hal ini didukung oleh Phabiola et al., (2012) yang menyatakan bahwa perlakuan PGPR dapat meningkatkan klorofil daun dari 23,81% menjadi 28,22% pada 15 hari setelah pemberian formula PGPR. Terjadinya peningkatan ini diakibatkan oleh adanya aktifitas ACC-Deaminase pada PGPR memperlambat proses degradasi klorofil atau meningkatkan fotosintesis per luasan daun dibandingkan tanpa pemberian PGPR. Sebagai biofertilizer bagi tanaman, PGPR merupakan pupuk hayati mampu menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman mampu tumbuh dengan optimal dan memiliki ketahanan terhadap serangan hama, penyakit maupun cekaman yang berasal dari lingkungan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gholami et al (2009), pemberian PGPR mampu meningkatkan sintesis hormon seperti Indole acetic acid (IAA) atau

giberalin (GA3) sebagai pemicu aktivitas enzim amilase yang berperan dalam perkecambahan, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh A'yun et al., (2013) penggunaan PGPR dapat menurunkan masa inkubasi, intensitas serangan TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) dan menambah tinggi tanaman cabai rawit. Tanaman yang diberi konsorsium mikroorganisme memberikan hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan tanpa pemberian konsorsium, pelarut fosfat memperluas jangkauan kemampuan tanaman untuk menyerap air maupun hara.

Rekayasa bioteknologi antara mikroba tanah dengan biomassa akan mendukung ketiga aspek kesuburan tanah yaitu aspek kimia, fisik dan biologi tanah. Dilihat dari aspek fisik tanah meliputi struktur dan tekstur tanah yang menjadikan tanah menjadi gembur. Dilihat dari aspek biologi tanah akan meningkatkan ketersediaan lama perendaman yang cukup dalam tanah yang juga akan meningkatkan aktivitas dan perkembangbiakan mikroorganisme tanah. Dilihat dari aspek kimia tanah, aktivitas dan perkembangbiakan mikroorganisme akan membantu mendegradasi molekul-molekul lama perendaman menjadi unsur-unsur yang dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga tersedia bagi tanaman (Widnyana et al., 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilaksanakan di Kelurahan Gantarangkeke, Kecamatan Gantarangkeke, Kabupaten Bantaeng. Penelitian di laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Biofertilizer dan Mikroba Potensial, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini berlangsung pada bulan Agustus-Oktober 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ember 30 L, selang kecil, botol bekas, lakban, jerigen, sekop, cangkul, polibag, meteran, jangka sorong, kertas milimeter block, paranet, kain, pisau, gelas plastik, amplop cokelat, mortal, tabung reaksi, rak tabung, cawan petri, gelas ukur, Erlenmeyer, jarum ose, korek api, spatula, *autoclave*, oven, timbangan analitik, *hotplate*, vortex, mikroskop, kaca preparat, *laminar air flow*, kotak penyimpanan dan alat tulis menulis

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar katang-katang, molases, dedak, terasi, air beras, sabun colek, label, air, tanah, *dolomite*, KOH 3%, H₂O₂, *methylen blue*, lugol, *aquadest*, alkohol 70%, alkohol 96%, media *Nutrient Broth* 8 gram, Agar 15 gram, plastik wrap, bunsen, dan benih kakao klon GTB.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial dua Faktor (RF₂F) dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari

Faktor pertama yaitu perlakuan lama perendaman benih (i) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu :

- i0 = 0 menit
- i1 = 5 menit
- i2 = 10 menit
- i3 = 15 menit

Penggunaan lama waktu perendaman benih mengacu pada penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Supardy (2016) yang melakukan penelitian perlakuan perendaman benih kakao dengan interval 15 menit, 30 menit, 45 menit serta 60 menit dan di peroleh hasil bahwa pertumbuhan kakao dengan perendaman 15 menit yang menunjukkan pengaruh nyata sehingga pada penelitian tersebut disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan lama perendaman dengan waktu yang lebih singkat. Oleh karena itu, penulis mengambil interval waktu dari 0-15 menit.

Faktor kedua yaitu konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (k) dengan 5 taraf yaitu :

- k0 = konsentrasi 0 mL/L
- k1 = konsentrasi 5 mL/L
- k2 = konsentrasi 10 mL/L
- k3 = konsentrasi 15 mL/L
- k4 = konsentrasi 20 mL/L

Penggunaan satuan mL/L mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Marom (2017). Keseluruhan perlakuan terdapat 20 kombinasi perlakuan, setiap kombinasi diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 60 unit percobaan. Denah

percobaan terdapat pada *Lampiran 1*. Jika dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata berdasarkan Uji BNJ pada taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Pembuatan PGPR

Prosedur pembuatan PGPR mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Nico et al., (2010) dengan menggunakan 3 Kg Molases, 3 Kg dedak, 5 gram terasi mentah, 5 liter air beras, 1 Kg akar bambu dan 60 liter air. Dalam hal ini pembuatan PGPR di modifikasi menjadi 1,5 Kg Molases, 1,5 Kg dedak, 2,5 gram terasi, 2,5 Liter air beras, 500 gram akar Katang-katang dan 50 Liter air. Kemudian semua bahan tersebut dimasukkan ke dalam ember 30 L lalu diaduk hingga merata dan tambahkan air hingga ember penuh. Melubangi tutup ember seukuran dengan selang, kemudian selang di masukkan ke dalam lubang tersebut dan di arahkan ke dalam ember dan ujung sebelahnya lagi ke dalam botol plastik yang telah di isi dengan air setengah bagian botol tersebut. Selanjutnya mengolesi pinggiran bibir ember dengan sabun colek untuk mencegah kontaminasi, kemudian ember di tutup dan di rekatkan dengan lakban. PGPR ini difermentasikan selama 14 hari. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan pengemasan PGPR dengan cara membuka tutup ember kemudian menyaring PGPR dengan saringan yang dialasi dengan corong sehingga larutan dapat langsung masuk ke dalam jerigen.

3.4.2 Persiapan Benih

Kakao yang digunakan adalah kakao klon GTB. Menurut Nurman (2019), bentuk serta ukuran biji kakao jenis GTB ini relatif lebih kecil dibanding jenis kakao Sulawesi lainnya, selain itu kenampakan bibit pertanamannya pun juga relatif lebih kecil jika di bandingkan dengan bibit kakao lainnya. Biji kakao untuk benih diambil dari buah bagian tengah yang masak dan sehat, buah masak sempurna dengan buah berkulit merah. Biji yang bisa digunakan dalam satu buah kakao adalah berjumlah 20 biji. Sebelum dikecambahkan benih dibersihkan terlebih dahulu daging buahnya dengan abu gosok karena biji kakao tidak mempunyai masa istirahat (dormansi), dan langsung segera dikecambahkan. Pengecambahan dengan menggunakan kain sarung dalam ruangan, dilakukan penyiraman 2 kali sehari (Iswahyudi et al., 2018).

Benih kakao yang telah siap tersebut dimasukkan kedalam larutan PGPR akar katang-katang konsentrasi 100% sesuai dengan perlakuan lama perendaman. Selanjutnya benih disaring dan di jajarkan diatas kain basah sesuai dengan perlakuannya masing-masing. Jumlah benih yang digunakan setiap perlakuan adalah 30 benih. Terdapat 4 perlakuan sehingga total benih yang digunakan 120 benih. Benih yang berkecambah di ambil untuk perlakuan penelitian ini.

3.4.3 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dengan dolomit. Pengambilan tanah dilakukan pada kedalaman 20-40 cm. Tanah yang diambil adalah tanah pada lahan yang belum terganggu (Iswahyudi et al., 2018). Selanjutnya tanah dicampurkan dengan dolomit dengan dosis 3 ton/ha atau 4,5

g/polibag untuk ukuran polibag 15 x 17 cm. Kemudian dilakukan pengukuran pH media tanam dengan menggunakan pH meter. Setelah didapatkan pH netral (pH=7) maka media tanam dimasukkan kedalam polibag. Perhitungan penggunaan dolomit dan pengukuran pH terdapat pada *lampiran 5*.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pemasangan paranet, penyiraman dan penyiangan. Pemasangan paranet dilakukan untuk meminimalisir cahaya matahari yang masuk ke tubuh tanaman, paranet yang digunakan adalah paranet berwarna hitam dengan kisi 65%. Kelembaban pada paranet 65 % lebih rendah dibandingkan dengan paranet lainnya, hal ini disebabkan karena lingkungan tanaman yang memberikan suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang lebih tinggi pula, sehingga dapat memicu perkembangan penyakit pada tanaman (Hayati, 2014). Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari dengan hingga tanah tampak basah. Penyiangan dilakukan pada saat telah ditemukan gulma pada areal penelitian baik didalam maupun diluar polibag. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut menggunakan tangan, dilakukan setiap minggu hingga penelitian selesai (Iswahyudi et al., 2018). Aplikasi PGPR dilakukan mulai umur bibit 4 MST dan seterusnya sampai umur 8 MST sesuai dengan konsentrasi masing-masing perlakuan.

3.4.4 Prosedur Uji Laboratorium

Prosedur pelaksanaan uji di laboratorium adalah sebagai berikut :

3.4.4.1 Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)

Pembuatan media NA dilakukan dengan menimbang 8 gram *Nutrient Broth* dan 20 gram agar pada timbangan analitik. Selanjutnya bahan yang ditimbang dimasukkan ke dalam Erlenmeyer ukuran 1000mL dan ditambahkan aquades kira-kira 500 mL kemudian di aduk hingga bahan terlarut. Erlenmeyer dihotplate sambil di aduk dan di tambahkan aquades sedikit demi sedikit hingga volume larutan mencapai 1000 mL. Saat larutan sudah homogen maka Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil kemudian di masukkan ke dalam *autoclave* untuk di sterilisasi selama 15 menit (Anisah, 2015).

3.4.4.2 Penuangan Media

Sebelum memulai penuangan media, terlebih dahulu dilakukan sterilisasi *laminar air flow* (LAF) dengan menyalakan lampu dan menyemprotkan alkohol 70% ke seluruh bagian dalam LAF kemudian di lap dengan menggunakan tissue. Selanjutnya LAF ditutup dengan plastik hitam dan lampu UV dinyalakan selama 30 menit. Setelah selesai sterilisasi UV, blower LAF dinyalakan dan masukkan semua alat dan bahan yang digunakan dalam penuangan media. Sebelum memasukkan alat dan bahan ke dalam LAF terlebih dahulu disemprotkan alkohol 70%. Selanjutnya nyalakan bunsen dengan korek api dan membuka media NA yang telah disterilisasi *autoclave* dan telah berada pada suhu sedang. Media NA di tuang di atas cawan petri sekitar 15-20 mL, kemudian ditutup dan direkatkan dengan plastik wrap lalu diberi label. Media di simpan di dalam kotak penyimpanan dan dibiarkan mengeras (Anisah, 2015).

3.4.4.3 Penanaman Bakteri

Penanaman bakteri dilakukan kembali di dalam LAF, yang dilakukan dengan dua metode yaitu metode sebar dan metode penggoresan. Setiap metode dibuat dalam masing-masing 5 cawan petri. Bahan berupa PGPR akar katang-katang yang telah dibuat dan media NA dimasukkan ke dalam LAF setelah disemprotkan alkohol 70%. Pelaksanaan metode sebar dilakukan dengan mengambil larutan PGPR sebanyak 1 mL menggunakan pipet mikro kemudian di sebar di atas media NA dan diratakan menggunakan spatula. Sedangkan Untuk metode penggoresan dilakukan dengan mengambil jarum ose kemudian disterilisasi pemijaran pada bunsen kemudian dicelupkan pada larutan PGPR kemudian di lakukan penggoresan secara zig-zag di atas permukaan media NA dalam cawan petri. Semua cawan kembali disimpan di dalam kotak penyimpanan dan dilakukan pengecekan pertumbuhan bakteri setiap harinya (Yulvizar, 2013).

3.4.4.4 Identifikasi Bakteri

Menurut Yulvizar (2013), Identifikasi bakteri dapat dilakukan dalam 3 metode yaitu :

1. Uji Reaksi Gram

Metode identifikasi bakteri ini dilakukan dengan menaruh 1 tetes KOH 3% di atas kaca preparat kemudian bakteri yang telah tumbuh dari metode sebar dan metode penggoresan diambil dengan jarum ose dan digosokkan pada larutan KOH 3% dan dilakukan pengamatan. Kategori bakteri gram negatif diperoleh apabila menghasilkan lendir menunjukkan reaksi positif dan kategori bakteri gram positif apabila tidak menghasilkan lendir menunjukkan reaksi negatif.

2. Uji Katalase

Metode identifikasi bakteri ini dilakukan dengan menaruh 1 tetes larutan H_2O_2 di atas kaca preparat kemudian bakteri yang telah tumbuh dari metode sebar dan metode penggoresan diambil dengan jarum ose dan digosokkan pada larutan H_2O_2 dan dilakukan pengamatan. Kategori bakteri gram positif diperoleh apabila menghasilkan gelembung (reaksi positif) dan kategori bakteri gram negatif apabila tidak menghasilkan gelembung (reaksi negatif).

3. Pengamatan Mikroskopis dengan Metode Pewarnaan

Metode pewarnaan dilakukan dengan menggunakan bahan *methylen blue*. Terlebih dahulu kaca preparat dicuci dengan menggunakan alkohol 70% kemudian disterilisasi pemijaran pada bunsen. Selanjutnya mengambil jarum ose dan di bakar dan dicelupkan pada aquades. Mengambil 1 ose aquades dan diletakkan di atas kaca preparat. Bakar kembali jarum ose pada bunsen kemudian di angin-anginkan dan digunakan untuk mengambil bakteri dan digosok-gosokkan pada kaca preparat lalu biarkan mengering. Teteskan 1-2 tetes *methylen blue* di atas kaca preparat dan biarkan mengering. Selanjutnya cuci kaca preparat dengan aquades kemudian teteskan 1-2 tetes larutan lugol di atas kaca preparat dan biarkan selama 1 menit kemudian bilas dengan alkohol 70% selama 30 detik lalu keringkan. Setelah kering pasangkan deglass di atas kaca preparat kemudian dilakukan pengamatan di bawah mikroskop. Apabila terjadi perubahan warna bakteri menjadi merah muda/ungu maka bakteri tersebut merupakan kelompok *Pseudomonas* dan apabila tidak terjadi perubahan warna maka bakteri tersebut merupakan kelompok *Bacillus*.

3.5 Parameter Pengamatan

1. Daya Kecambah (%), dihitung berdasarkan jumlah benih yang berkecambah normal yang kotiledonnya terangkat. Daya kecambah dihitung pada hari ke-7 dan hari ke-14 (Debtisari et al., 2018). Daya kecambah dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DB = \frac{\Sigma KN \text{ Pengamatan I} + \Sigma KN \text{ Pengamatan II}}{\text{Jumlah Benih yang disemaikan}} \times 100\%$$

Keterangan :

DB = Daya Kecambah (%)

Σ KN Pengamatan I = Jumlah kecambah normal pada hari ke-7

Σ KN Pengamatan II = Jumlah kecambah normal pada hari ke-14

2. Kecepatan Tumbuh Benih (% peretmal), dihitung berdasarkan pengamatan jumlah benih yang berkecambah normal setiap harinya sampai hari ke-14 dan dinyatakan dalam persen (Debtisari et al., 2018). Kecepatan tumbuh benih dapat dihitung menggunakan rumus:

$$KCT = \frac{\% KN}{\text{hari pengamatan}}$$

Keterangan :

KCT = Kecepatan tumbuh atau kecepatan berkecambah (% peretmal)

% KN = Persentase kecambah normal

3. Persentase Benih Abnormal (%), dihitung berdasarkan pengamatan jumlah benih yang berkecambah tidak normal. Pengamatan dilakukan pada hari ke-14 setelah persemaian (Debtisari et al., 2018). Benih abnormal dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Benih Abnormal} = \frac{\sum \text{benih abnormal}}{\text{jumlah benih yang disemaikan}} \times 100\%$$

Menurut Prabhandaru (2017), kriteria benih abnormal adalah sebagai berikut:

- a. Tidak tumbuh akar primer atau sekunder atau jika tumbuh, akar tersebut lemah dan pendek.
 - b. Tidak tumbuh daun pertama dan koleoptil tidak berwarna. Adakalanya plumula tumbuh berwarna putih atau membusuk.
 - c. Kecambah yang rusak, tanpa kotiledon, embrio, yang pecah dan akar primer yang pendek.
 - d. Kecambah yang bentuknya cacat, perkembangan lemah atau kurang seimbang dari bagian – bagian yang penting.
4. Tinggi Tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai ujung titik tumbuh tanaman tertinggi secara periodik dengan interval waktu 1 minggu (Danuji, 2016). Pengukuran dilakukan mulai 4 MST (Minggu Setelah Tanam) sampai 8 MST dengan menggunakan mistar.
 5. Jumlah Daun (helai), dihitung mulai 4 MST sampai 8 MST dengan interval 1 minggu sekali. Daun yang dihitung adalah daun yang sudah terbuka sempurna, dapat diketahui dengan cara meraba bagian permukaan daun apabila sudah tidak kesat dan warna daun sudah hijau secara keseluruhan (Khair et al., 2012).
 6. Diameter Batang (mm), diukur dari pangkal batang dengan menggunakan jangka sorong digital (Saad, 2018). Pengukuran diameter batang dilakukan mulai 4 MST sampai 8 MST dengan interval 1 minggu sekali.

7. Luas Daun (cm²), dihitung dengan cara menggambar daun di atas kertas milimeter block sebanyak tiga daun per polibag yaitu bagian atas, tengah dan bawah kemudian di hitung dan di rata-ratakan (Saad, 2018).
8. Panjang Akar (cm), Panjang akar (radikula) diukur dari leher akar sampai ujung akar, pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 8 MST (Saad, 2018).
9. Bobot Basah Tanaman (g), dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dicabut dan bersih dari tanah (Saad, 2018).
10. Bobot Kering Tanaman (g), dihitung dengan cara mengoven seluruh bagian tanaman yang dimasukkan ke dalam amplop dengan suhu 80°C selama 48 jam kemudian ditimbang (Saad, 2018).
11. Bobot Basah Akar (g), dihitung dengan cara memisahkan akar dari bagian tanaman lainnya kemudian ditimbang (Saad, 2018).
12. Bobot Kering Akar (g), dihitung dengan cara mengoven bagian akar tanaman yang dimasukkan ke dalam amplop dengan suhu 80°C selama 48 jam kemudian ditimbang (Saad, 2018).
13. Rasio Tajuk Akar, pengamatan rasio tajuk akar digunakan untuk mengetahui seberapa besar hara yang diserap tanaman. Menurut Saad (2018), rasio tajuk akar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Rasio Tajuk AKar} = \frac{\text{Berat Kering Tajuk}}{\text{Berat Kering Akar}}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Laboratorium

4.1.1 Hasil Penentuan Genus Bakteri

Hasil uji penentuan genus bakteri berdasarkan hasil identifikasi di laboratorium berdasarkan morfologi, biokimia serta identifikasi famili dan genus bakteri disajikan dalam tabel 1.

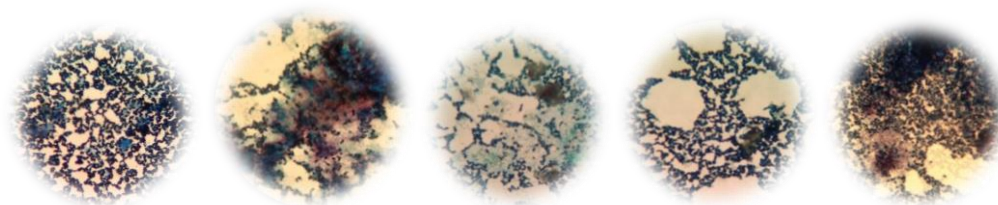
Tabel 1. Hasil Uji Penentuan Genus Bakteri

Parameter	Hasil				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Morfologi					
Bentuk Sel	Bulat	Batang	Bulat	Bulat	Batang
Sifat gram	Negatif	Positif	Negatif	Negatif	Positif
Biokimia					
Katalase	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif
Warna	Biru	Merah muda	biru	biru	Merah muda
Famili					
	Bacillaceae	Pseudomonadaceae	Bacillaceae	Bacillaceae	Pseudomonadaceae
Genus					
	Bacillus	Pseudomonas	Bacillus	Bacillus	Pseudomonas

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Biofertilizer dan Mikroba Potensial, 2019

4.1.2 Pengamatan Mikroskopis Bakteri

Hasil pengamatan mikroskopis (Gambar 1) menunjukkan bahwa PGPR akar katang-katang pada pewarnaan dengan *methylen blue* menghasilkan warna biru untuk genus *Bacillus* dan warna merah muda/ungu untuk genus *Pseudomonas*.



Gambar 1. Hasil pengamatan mikroskopis bakteri di bawah mikroskop setelah dilakukan metode pewarnaan dengan *methylen blue*

4.2 Hasil Pengamatan di Lapangan

4.2.1 Daya Kecambah

Hasil pengamatan daya kecambah dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 2a dan 2b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih berpengaruh nyata terhadap daya kecambah benih kakao. Rata-rata daya kecambah benih kakao disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya kecambah (%) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14

Lama Perendaman Benih	% Daya Kecambah
i0 (0 menit)	90,00 ^b
i1 (5 menit)	93,33 ^{ab}
i2 (10 menit)	100,00^a
i3 (15 menit)	100,00^a
NP BNJ 0,05	7,29

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0,05}.

Hasil Uji BNJ_{0,05} (Tabel 2) menunjukkan bahwa daya kecambah benih tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit (i2) dan perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit (i3) menghasilkan persentase daya kecambah tertinggi yaitu 100%, tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman selama 5 menit (i1) yaitu 93,33% tapi berbeda nyata dengan tanpa perlakuan lama perendaman benih (i0) yaitu 90%.

4.2.2 Kecepatan Tumbuh Benih

Hasil pengamatan kecepatan tumbuh benih dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 3a dan 3b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama

perendaman benih berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh benih kakao.

Rata-rata kecepatan tumbuh benih kakao disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan tumbuh benih (% peretmal) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14

Lama Perendaman Benih	Kecepatan Tumbuh Benih
i0 (0 menit)	6,67 ^{ab}
i1 (5 menit)	6,43 ^b
i2 (10 menit)	7,14^a
i3 (15 menit)	7,14^a
NP BNJ 0,05	0,52

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 3) menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh benih tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit (i2) dan lama perendaman benih selama 15 menit (i3) menghasilkan kecepatan tumbuh benih paling tinggi yaitu 7,14% peretmal tidak berbeda nyata dengan tanpa perlakuan lama perendaman (i0) yaitu 6,67% peretmal tapi berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit (i1)

4.2.3 Persentase Benih Abnormal

Hasil pengamatan persentase benih abnormal dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 4a dan 4b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih berpengaruh nyata terhadap persentase benih abnormal. Rata-rata persentase benih abnormal disajikan pada Tabel 4.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 4) menunjukkan bahwa persentase benih abnormal yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit (i2) dan 15 menit (i3) merupakan perlakuan terbaik yang tidak menghasilkan benih abnormal yang tidak

berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit (i1) namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa lama perendaman benih (i0).

Tabel 4. Persentase benih abnormal (%) kakao pada perlakuan lama perendaman benih hari ke-14

Lama Perendaman Benih	Persentase Benih Abnormal (%)
i0 (0 menit)	10,00 ^b
i1 (5 menit)	6,67 ^{ab}
i2 (10 menit)	0,00^a
i3 (15 menit)	0,00^a
NP BNJ 0,05	7,29

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

4.2.4 Tinggi tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 5a, 5b dan 5c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih, konsentrasi PGPR dan interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman kakao. Rata-rata tinggi tanaman kakao disajikan pada Tabel 5.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 5) menunjukkan bahwa rata-rata bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i3k4) menghasilkan tinggi bibit tertinggi yaitu 22,83 cm, tidak berbeda nyata dengan tinggi bibit tanaman kakao yang diberi diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i3k2) dan tinggi bibit tanaman kakao yang diberi diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i2k1)

namun berbeda nyata dengan tinggi bibit tanaman kakao pada kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata tinggi tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i1k3) menghasilkan rata-rata tinggi bibit terendah yaitu 8,83 cm dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Tabel 5. Rata-rata tinggi tanaman (cm) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST

Lama Perendaman Benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	22,08 ^c	20,87 ^d	16,33 ⁱ	17,67 ^{gh}	18,17 ^{fg}
i1 (5 menit)	22,17 ^c	18,17 ^{fg}	19,50 ^e	8,83^l	18,33 ^f
i2 (10 menit)	17,83 ^{gh}	22,67 ^a	16,83 ^h	18,00 ^g	13,17 ^k
i3 (15 menit)	22,50 ^b	21,00 ^d	22,67 ^a	16,00 ^j	22,83^a
NP BNJ 0,05	0,18				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

4.2.5 Jumlah daun

Hasil pengamatan jumlah daun dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 6a, 6b dan 6c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih, konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun. Rata-rata jumlah daun tanaman kakao disajikan pada Tabel 6.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 6) menunjukkan bahwa rata-rata jumlah helai daun bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i3k2) menghasilkan jumlah helai daun terbanyak pada 8 HST yaitu 8,00 helai dan berbeda

nyata dengan jumlah daun yang dihasilkan pada perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata jumlah helai daun yang paling sedikit dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i1k3) yaitu 2,67 helai dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun (helai) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST

Lama Perendaman Benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	7,33 ^c	7,67 ^b	4,83 ⁱ	6,50 ^h	7,00 ^e
i1 (5 menit)	7,00 ^e	5,50 ⁱ	6,83 ^f	2,67^m	5,50 ⁱ
i2 (10 menit)	4,33 ^l	6,67 ^g	6,67 ^g	6,50 ^h	4,67 ^k
i3 (15 menit)	6,67 ^g	7,17 ^d	8,00^a	4,67 ^k	6,50 ^h
NP BNJ 0,05	0,15				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

4.2.6 Diameter Batang

Hasil pengamatan diameter batang dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 7a, 7b dan 7c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang. Rata-rata diameter batang bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 7.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 7) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang diberi penambahan lama perendaman benih 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang sebanyak 5 mL/L (i3k1) menghasilkan

diameter batang paling besar yaitu 3,85 mm dan tidak berbeda nyata dengan diameter batang bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dan tanpa pemberian konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (i3k0) dan diameter batang bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dan dengan pemberian konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang sebanyak 20 mL/L (i3k4) yaitu 3,77 namun berbeda nyata dengan diameter batang bibit tanaman kakao pada kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata diameter batang yang paling kecil dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang sebanyak 10 mL/L (i1k3) yaitu 1,88 mm dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Tabel 7. Rata-rata diameter batang (mm) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang, 8 MST

Lama Perendaman Benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	3,63 ^c	3,72 ^{bc}	3,02 ^f	3,75 ^b	3,03 ^f
i1 (5 menit)	3,72 ^{bc}	3,02 ^f	3,73 ^b	1,88ⁱ	3,18 ^e
i2 (10 menit)	3,08 ^f	3,58 ^{cd}	3,38 ^d	3,70 ^{bc}	2,37 ^h
i3 (15 menit)	3,77 ^{ab}	3,85^a	3,72 ^{bc}	2,88 ^g	3,77 ^{ab}
NP BNJ 0,05	0,10				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0,05}.

4.2.7 Luas Daun

Hasil pengamatan luas daun dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 8a, 8b dan 8c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lama perendaman benih, konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan

interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun. Rata-rata luas daun bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata luas daun (cm²) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	17,63 ^c	12,81 ^{jk}	13,26 ⁱ	18,22 ^{bc}	16,74 ^d
i1 (5 menit)	18,44 ^b	18,37 ^b	12,59 ^{jk}	12,67 ^{jk}	12,22 ^l
i2 (10 menit)	16,15 ^e	11,93 ^m	8,07ⁿ	15,78 ^{fg}	14,52 ^h
i3 (15 menit)	19,63^a	14,81 ^g	15,93 ^f	12,67 ^{jk}	12,89 ^j
NP BNJ 0,05			0,16		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0,05}.

Hasil Uji BNJ_{0,05} (Tabel 8) menunjukkan bahwa tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit tanpa konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (i3k0) menghasilkan luas daun paling besar yaitu 19,63 cm² namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata luas daun yang paling kecil dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benihselama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i2k2) yaitu 8,07 cm² dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.8 Panjang Akar

Hasil pengamatan panjang akar dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 9a, 9b dan 9c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih, konsentrasi PGPR akar katang-katang dan interaksi antara lama

perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap panjang akar. Rata-rata panjang akar bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata panjang akar (cm) bibit tanaman kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	17,20 ^e	18,33 ^d	15,07 ^k	18,27 ^d	16,20 ^g
i1 (5 menit)	13,33 ^l	18,50 ^c	12,13 ⁿ	15,20 ^k	13,40 ^l
i2 (10 Menit)	12,37 ^m	21,43^a	15,17 ^k	11,63^o	16,00 ^h
i3 (15 menit)	16,97 ^f	19,10 ^b	15,77 ⁱ	15,40 ^j	18,33 ^d
NP BNJ 0,05	0,14				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0,05}.

Hasil Uji BNJ_{0,05} (Tabel 9) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang diberi lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i2k1) menghasilkan panjang akar paling panjang yaitu 21,43 cm namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata panjang akar yang paling pendek dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman 15 mL/L (i2k3) yaitu 11,63 cm dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.9 Bobot Basah Tanaman

Hasil pengamatan bobot basah tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 10a dan 10b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih, konsentrasi PGPR akar katang-katang dan interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat

nyata terhadap bobot basah tanaman. Rata-rata bobot basah tanaman kakao disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata bobot basah tanaman (gram) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	3,68 ^{bc}	2,99 ^f	3,04 ^f	3,69 ^{bc}	3,76 ^{bc}
i1 (5 menit)	3,92 ^{bc}	4,02 ^{ab}	3,83 ^{bc}	2,84 ^{fg}	4,08 ^a
i2 (10 Menit)	2,90 ^{fg}	3,33 ^d	2,77^{fg}	2,94 ^f	4,15^a
i3 (15 menit)	3,33 ^d	3,39 ^d	4,14 ^a	3,14 ^e	3,35 ^d
NP BNJ 0,05	0,15				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 10) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i2k4) menghasilkan bobot basah tanaman paling tinggi yaitu 4,15 gram dan tidak berbeda nyata dengan bobot basah tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i3k2) yaitu 4,14 gram dan bobot basah tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i1k4) yaitu 4,08 gram namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata bobot basah tanaman kakao yang paling rendah dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i2k2) yaitu 2,77 gram dan tidak berbeda nyata dengan bobot basah tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar

katang-katang 15 mL/L (i1k3) yaitu 2,84 gram dan bobot basah tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit tanpa konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (i2k0) yaitu 2,90 gram namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.10 Bobot Kering Tanaman

Hasil pengamatan bobot kering tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 11a, 11b dan 11c. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lama perendaman benih, konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan interaksi antara penambahan lama perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering tanaman. Rata-rata bobot kering bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata bobot kering (gram) bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	0,99 ^{fg}	1,45^a	0,72ⁱ	0,94 ^{fg}	1,14 ^{de}
i1 (5 menit)	1,20 ^d	1,32 ^b	1,08 ^{ef}	0,87 ^{gh}	0,93 ^{fg}
i2 (10 menit)	0,90 ^g	1,02 ^{ef}	0,75 ⁱ	0,99 ^{fg}	1,22 ^c
i3 (15 menit)	1,14 ^{de}	1,00 ^f	1,11 ^e	0,80 ^{hi}	0,96 ^{fg}
NP BNJ 0,05	0,15				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h,i) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0,05}.

Hasil Uji BNJ_{0,05} (Tabel 11) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang tanpa diberi perlakuan lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i0k1) menghasilkan rata-rata bobot kering

tanaman paling tinggi yaitu 1,45 gram dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata berat kering tanaman kakao yang tanpa diberi perlakuan lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i0k2) menghasilkan rata-rata bobot kering tanaman paling rendah yaitu 0,72 gram dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i2k2) yaitu 0,75 gram namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.11 Bobot Basah Akar

Hasil pengamatan bobot basah akar dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 12a dan 12b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih, konsentrasi PGPR akar katang-katang dan interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah akar. Rata-rata bobot basah tanaman kakao disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata bobot basah akar (gram) kakao pada interaksi perlakuan antara lama perendaman benih dan konsentrasi PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	0,49 ^{cd}	0,62 ^b	0,45 ^{cd}	0,54 ^c	0,54 ^c
i1 (5 menit)	0,70^a	0,50 ^c	0,68 ^a	0,47 ^{cd}	0,55 ^c
i2 (10 menit)	0,51 ^c	0,53 ^c	0,27^e	0,41 ^d	0,69 ^a
i3 (15 menit)	0,56 ^{bc}	0,52 ^c	0,47 ^{cd}	0,39 ^d	0,46 ^{cd}
NP BNJ 0,05	0,27				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 12) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit tanpa konsentrasi

penyiraman PGPR akar katang-katang (i1k0) menghasilkan bobot basah akar paling tinggi yaitu 0,70 gram dan tidak berbeda nyata dengan bobot basah akar bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i2k4) yaitu 0,69 gram dan bobot basah akar bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i1k2) yaitu 0,68 gram namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata bobot basah akar bibit tanaman kakao yang paling rendah dihasilkan pada perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i2k2) yaitu 0,27 gram dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.12 Bobot Kering Akar

Hasil pengamatan bobot kering akar dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 13a dan 13b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lama perendaman benih, konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan interaksi antara penambahan lama perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering akar. Rata-rata bobot kering akar bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 13.

Hasil Uji BNJ_{0,05} (Tabel 13) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang tanpa diberi perlakuan lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i0k1) menghasilkan rata-rata bobot kering akar paling tinggi yaitu 0,28 gram dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama

perendaman benih selama 10 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i2k4), lama perendaman benih selama 5 menit tanpa konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (i1k0), lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 5 mL/L (i1k1), lama perendaman benih selama 5 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i1k2), tanpa perlakuan lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i0k4) dan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i3k4) namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Tabel 13. Rata-rata bobot kering akar (gram) bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	0,17 ^b	0,28^a	0,15 ^c	0,19 ^b	0,20 ^a
i1 (5 menit)	0,22 ^a	0,22 ^a	0,22 ^a	0,19 ^b	0,19 ^b
i2 (10 menit)	0,15^c	0,19 ^b	0,16 ^b	0,16 ^b	0,25 ^a
i3 (15 menit)	0,19 ^b	0,17 ^b	0,18 ^b	0,15 ^c	0,20 ^a
NP BNJ 0,05	0,09				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

Sedangkan rata-rata berat kering akar bibit tanaman kakao yang tanpa diberi perlakuan lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i0k2) menghasilkan rata-rata bobot kering akar paling rendah yaitu 0,15 gram dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit tanpa konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang (i2k0) dan perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi

penyiraman PGPR akar katang-katang 15 mL/L namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.2.13 Rasio Tajuk Akar

Hasil pengamatan rasio tajuk akar dan sidik ragamnya disajikan pada tabel Lampiran 14a dan 14b. Sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lama perendaman benih, konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang dan interaksi antara penambahan lama perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata terhadap rasio tajuk akar. Rata-rata rasio tajuk akar bibit tanaman kakao disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-rata rasio tajuk akar bibit tanaman kakao dengan penambahan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang

Lama Perendaman benih	Konsentrasi Penyiraman PGPR				
	k0 (0 mL/L)	k1 (5 mL/L)	k2 (10 mL/L)	k3 (15 mL/L)	k4 (20 mL/L)
i0 (0 menit)	5,96 ^b	5,81 ^{cd}	4,81 ^h	5,28 ^f	5,58 ^e
i1 (5 menit)	5,73 ^d	5,92 ^{bc}	5,05 ^g	5,03 ^g	4,83 ^h
i2 (10 menit)	5,94 ^{bc}	5,95 ^b	5,96 ^b	5,96 ^b	5,52 ^e
i3 (15 menit)	5,89 ^{bc}	5,75 ^{cd}	6,11^a	5,35 ^f	4,69^h
NP BNJ 0,05	0,14				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama (a,b,c,d,e,f,g,h) berarti tidak berbeda nyata pada uji taraf BNJ_{0.05}.

Hasil Uji BNJ_{0.05} (Tabel 14) menunjukkan bahwa bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (i3k2) menghasilkan rata-rata rasio tajuk akar paling tinggi yaitu 6,11 dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan rata-rata rasio tajuk akar bibit tanaman kakao yang diberi perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 20 mL/L (i3k4) menghasilkan rata-rata rasio tajuk akar paling

rendah yaitu 4,69 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa lama perendaman benih dengan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang 10 mL/L (10k2) namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Perlakuan Lama Perendaman Benih

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih berpengaruh nyata terhadap daya kecambah benih, kecepatan tumbuh benih dan persentase benih abnormal. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih berpengaruh nyata pada perkecambahan benih kakao yaitu pada daya kecambah yang dihitung dua kali pengamatan pada hari ke-7 dan hari ke-14, kecepatan berkecambah yang diamati selama 14 hari dan persentase benih abnormal yang dihitung pada hari ke-14.

Perkecambahan benih kakao pada pemberian perlakuan lama perendaman benih dengan menggunakan PGPR akar katang-katang selama 10 menit dan 15 menit menunjukkan hasil persentase daya kecambah paling baik jika dibandingkan dengan daya kecambah dengan perlakuan lama perendaman PGPR akar katang-katang selama 5 menit dan tanpa perlakuan lama perendaman PGPR akar katang-katang, yang disajikan pada lampiran 1a dan 1b. Daya kecambah benih kakao pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Rahardjo et al., (2010), yang menyatakan bahwa benih berkualitas baik merupakan benih yang memiliki daya berkecambah di atas 80%.

Kecepatan tumbuh benih kakao dengan perlakuan lama perendaman benih dengan menggunakan PGPR akar katang-katang selama 5 menit menunjukkan hasil

tumbuh paling cepat jika dibandingkan dengan perlakuan lama perendaman PGPR akar katang-katang selama 10 menit dan 15 menit, yang disajikan pada lampiran 2a dan 2b. Kecepatan tumbuh benih merupakan proses pertumbuhan optimum suatu benih yang dilihat dari banyaknya benih yang berkecambah dari keseluruhan benih yang disemaikan (Debtisari et al., 2018). Hasil ini menunjukkan bahwa perendaman benih dapat membantu meningkatkan persentase benih berkecambah. Hal ini sesuai dengan pendapat Farooq et al., (2010) yang menyatakan bahwa Metode *seed priming* (perendaman benih) dapat meningkatkan kecepatan dan daya kecambah serta kecepatan pertumbuhan tunas. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Matsushima et al., (2013), bahwa perendaman benih merupakan salah satu metode invigorasi untuk mempercepat tumbuhnya kecambah dan menghasilkan bibit yang vigor.

Pendapat lainnya juga dikemukakan oleh Pancaningtyas et al., (2014), yang menyatakan bahwa Perlakuan benih dengan metode perendaman dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kecepatan perkecambahan melalui proses imbibisi. Proses perkecambahan ini dapat terjadi jika kulit biji permeabel terhadap air dan tersedia cukup air dengan tekanan osmosis tertentu. Akibat terjadinya proses imbibisi, maka kulit biji akan menjadi lunak dan retak-retak. Bersamaan dengan proses imbibisi akan terjadi peningkatan laju respirasi yang akan mengaktifkan enzimenzim yang terdapat di dalamnya. Dalam aktivitas metabolisme, giberelin yang dihasilkan oleh embrio di-translokasikan ke lapisan aleuron sehingga menghasilkan enzim *amilase*. Selanjutnya enzim tersebut masuk ke dalam cadangan makanan dan mengkatalis proses perubahan cadangan makanan yang

berupa pati menjadi gula sehingga dapat menghasilkan energi yang berguna untuk aktivitas sel dan pertumbuhan.

Persentase benih abnormal dengan perlakuan lama perendaman benih dengan menggunakan PGPR akar katang-katang menunjukkan hasil benih abnormal paling sedikit jika dibandingkan dengan benih tanpa perlakuan lama perendaman PGPR akar katang-katang, yang disajikan pada lampiran 3a dan 3b. Benih abnormal merupakan benih yang mampu berkecambah namun tidak memperlihatkan potensi untuk berkembang menjadi kecambah normal. Benih dikatakan tumbuh abnormal apabila struktur penting untuk proses perkecambahan hilang atau rusak, pertumbuhan kecambah lemah karena struktur kecambah cacat atau tidak proporsional, dan kecambah dengan pertumbuhan lambat sampai batas akhir pengujian. Jika dibandingkan dengan kecambah benih normal pertumbuhan benih abnormal ukurannya lebih kecil dari pertumbuhan kecambah normal (Debtisari et al., 2018).

4.3.2 Konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata pada tinggi tanaman 8 MST, jumlah daun 8 MST, diameter batang 8 MST, luas daun, panjang akar, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar dan bobot kering akar.

Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawan (2018) yang menyatakan bahwa PGPR berpengaruh terhadap tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruhnya secara langsung adalah kemampuan menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai macam unsur hara dan

mengubah konsentrasi ftohormon pemacu tumbuh. Perkecambahan yang baik berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit. Perendaman benih sebelum dikecambahkan dimaksudkan untuk mengaktifkan proses fisiologi yang berlangsung pada benih (Darmawan, 2008). Interval perendaman biji juga ditunjukkan untuk melihat pengaruh fisiologis benih. Pemberian air melalui perendaman merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat munculnya kecambah, namun perendaman yang berlebihan akan berpengaruh kurang baik yakni dapat menyebabkan biji rusak dan busuk.

4.3.3 Interaksi Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman PGPR

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang berpengaruh sangat nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, panjang akar, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar dan bobot kering akar.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa interaksi antara penambahan lama perendaman dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang memberikan pengaruh sangat nyata pada parameter fase vegetatif bibit kakao berupa tinggi tanaman 8 MST, jumlah daun 8 MST, diameter batang 8 MST, luas daun 8 MST, panjang akar, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar dan bobot kering akar. Hal ini didukung oleh penelitian Baihaqi et al., (2018), yang menyatakan bahwa perendaman benih bertujuan agar bakteri yang terkandung dalam PGPR mampu mengkoloni benih seawal mungkin. Perlakuan lama perendaman benih yang tepat mampu meningkatkan hasil tanaman dikarenakan

bakteri akan mengikat *seedcoat* dan melakukan imbibisi ke dalam benih. Sedangkan perlakuan penyiraman PGPR berfungsi sebagai perlakuan susulan untuk menambah bakteri yang ada pada daerah rizosfir, populasi bakteri pada daerah rizosfir dapat membantu melakukan penyerapan unsur hara yang berguna bagi tanaman.

Hasil ini menunjukkan bahwa unsur hara dalam PGPR akar katang-katang yang diberikan, dibutuhkan tanaman kakao tersedia dalam keadaan seimbang, sehingga dapat memicu pertumbuhan yang lebih baik serta didukung oleh faktor lingkungan yang sesuai. Hal ini sesuai dengan pendapat Widjojo (1999) yang menjelaskan bahwa ketersediaan unsur hara yang cukup dapat meningkatkan penyerapan hara, air, dan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman, perbedaan komposisi unsur hara yang dikandung oleh masing-masing pupuk juga mengakibatkan perbedaan pertumbuhan tinggi. Leiwakabessy (1977) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang tersedia. Karena unsur hara yang berada dalam keadaan optimum dalam jaringan tanaman akan memacu kegiatan metabolisme dan pembentukan sel pertumbuhan.

Pengaplikasian PGPR dari akar katang-katang pada bibit kakao berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan vegetatif bibit karena PGPR ini mengandung mikroba yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini didukung oleh pendapat Aiman et al., (2014), yang menyatakan bahwa mikrobia yang berperan sebagai PGPR diindikasikan dengan kemampuannya menghasilkan IAA dan Fosfat. Kemampuan menguraikan fosfat dari mikrobia yang berasal dari katang-katang

relatif lebih luas dibandingkan yang lainnya. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Umul et al., (2012) bahwa mikrobia yang berada pada zona rizosfer akar katang-katang mempunyai kemampuan untuk membentuk mantel di daerah perakaran, berperan juga sebagai hara tanaman misalnya penyedia N, P dan K tersedia bagi tanaman, meningkatkan kemampuan tanaman memanfaatkan hara, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit, dan masih banyak lagi peran lainnya yang menguntungkan bagi tanaman.

4.3.4 Uji Laboratorium

Dari hasil uji katalase yang positif, dapat dikategorikan bahwa bakteri tersebut adalah marga *Bacillus*. Hal ini dikemukakan oleh Hatmanti (2000), yang menyatakan bahwa dua sifat utama yang membedakan *Bacillus* dari bakteri pembentuk endospora lainnya adalah kemampuan *Bacillus* untuk hidup aerob (walaupun beberapa bersifat fakultatif anaerob) dan mayoritas jenisnya memproduksi katalase (bersifat katalase positif).

Salah satu penelitian melaporkan bahwa rizobakteri dari kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. mampu melarutkan fosfat Isolat. *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp juga dilaporkan mampu mensintesis hormon tumbuh IAA, giberelin dan sitokinin (Sutariati et al., 2014). Penggunaan bakteri non patogenik yang dieksplorasi dari perakaran tanaman (rizobakteri) yang tergolong ke dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan satu sumbangan bioteknologi dalam usaha peningkatan produktivitas tanaman. Rizobakteri merupakan suatu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit pada daerah rizosfer atau daerah perakaran dan beberapa jenis diantaranya dapat

berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan atau sebagai agens biokontrol terhadap penyakit sehingga mampu meningkatkan hasil tanaman pertanian

Menurut Hatmanti (2000), marga *Bacillus* merupakan salah satu dari enam bakteri penghasil endospora. Endospora tersebut berbentuk bulat, oval, elips atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Dilihat dari gambar pengamatan mikroskopis bakteri terdapat bakteri berbentuk bulat dan oval yang dihasilkan serta didukung dengan pengambilan starter dari bagian akar tanaman katang-katang yang juga merupakan bagian vegetatif sehingga dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut adalah marga *Bacillus* spp.

Dalam manual tersebut berisi banyak informasi untuk identifikasi bakteri, tetapi tidak berisi banyak informasi deskriptif spesies yang telah ada. Untuk mendapatkan spesies bakteri adalah dengan membandingkan bakteri yang telah diidentifikasi sebelumnya. Bila tidak terdapat bakteri yang ciri-ciri 100% serupa, maka dilakukan pendekatan terhadap bakteri yang memiliki ciri-ciri yang paling menyerupai. Oleh karena itu teknik identifikasi konvensional akan selalu menghasilkan suatu bakteri tertentu yang sudah teridentifikasi sebelumnya dan tidak akan dapat menemukan spesies baru (Dwipayana, 2011).

Menurut Aiman (2014), di antara beberapa jenis rhizosfer tumbuhan pantai, rhizosfer dari akar katang-katang yang memiliki kandungan bakteri probiotik paling banyak. Dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Jenis Rhizosfer Tumbuhan Pantai dan Mikrobia yang dihasilkan

No	Asal Mikrobia	Nama Mikrobia	Diameter Zona Terang (cm)
1.	Rumput Pantai (<i>Spinifex sericeus</i>)	R9N	0,40
2.	Rumput Pantai (<i>Spinifex sericeus</i>)	R2P	0,20
3.	Cemara Udang (<i>Costuarina equisetifolia</i>)	C7N	0,20
4.	Pandan (<i>Pandanus</i> sp)	P4P	0,80
5.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K2N	0,55
6.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K8N	0,40
7.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K9N	0,30
8.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K15N	0,80
9.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K5P	0,40
10.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K6P	0,80
11.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K9P	0,90
12.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K10P	0,40
13.	Katang (<i>Ipomea pescaprae</i>)	K15P	0,80

Sumber : Aiman (2014)

Pada penelitian Aiman (2014) juga ditemukan bahwa mikrobia yang mampu menghasilkan hormon auksin (IAA) tersedia sebagian besar berasal dari katang-katang. Semakin luas zona terang yang dihasilkan maka semakin kuat kemampuan dari mikrobia dalam menguraikan fosfat menjadi fosfat tersedia.

Tabel 16. Konsentrasi IAA pada rhizosfer tanaman pantai

No	Nama Isolat	Konsentrasi IAA		
		24 Jam	48 Jam	72 Jam
1.	R9N	0,4972	0,5375	0,9631
2.	R2P	0,1617	0,1285	0,5206
3.	C7N	1,0502	0,6466	0,6232
4.	P4P	0,4871	0,7013	0,6425
5.	K2N	0,3503	0,3699	0,3668
6.	K8N	0,5379	0,4345	0,4239
7.	K9N	1,3371	0,5912	0,5990
8.	K15N	0,6207	0,5788	0,5881
9.	K5P	0,6406	0,4344	0,2521
10.	K6P	0,25105	0,23525	0,31325
11.	K9P	0,1299	0,1912	0,2420
12.	K10P	0,1455	0,17295	0,26615
13.	K15P	0,1358	0,15535	0,24465

Sumber : Aiman (2014)

Kemampuan menguraikan fosfat dari mikrobia yang berasal dari katang-katang relatif lebih luas dibandingkan yang lainnya (Tabel 15). Sedangkan IAA yang dihasilkan berkisar antara 0,3 sampai 1,34 dan isolat dari rhizosfer katang-katang menghasilkan IAA relatif lebih banyak dibandingkan tanaman lain (Tabel 16). Aiman (2014) menjelaskan bahwa karena kemampuan sebagian besar isolat dari katang-katang dalam menghasilkan hara fosfat tersedia dan IAA inilah yang kemungkinan mengakibatkan pertumbuhan tanaman kacang tunggak relatif lebih baik walaupun tidak berbeda secara statistik. IAA merupakan hormon kunci bagi berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan. Kemampuan produksi IAA dari ketiga belas (13) galur bakteri terpilih merupakan dasar untuk dikaji potensinya dalam peningkatan pertumbuhan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit dan 15 menit memberikan pengaruh terbaik terhadap daya kecambah (100%), kecepatan tumbuh benih (7,14% peretmal) dan persentase benih abnormal (0%).
2. Perlakuan Konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang sebanyak 5 mL/L yang memberikan pengaruh terbaik terhadap diameter batang (3,85 mm), panjang akar (21,43 cm), bobot kering tanaman (1,45 gram), bobot kering akar (0,28 gram) dan rasio tajuk akar (6,11).
3. Interaksi antara lama perendaman benih dan konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang yang memberikan pengaruh terbaik adalah perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit dan konsentrasi penyiraman 5 mL/L yaitu pada parameter jumlah daun (8 helai), dan rasio tajuk akar (6,11).

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian, maka untuk pembibitan kakao dapat disarankan kepada petani untuk melakukan perendaman benih dan penyiraman dengan PGPR akar katang-katang agar dapat meningkatkan perkecambahan benih sehingga pertumbuhan bibit kakao menjadi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, Umul., Bambang, S., dan Fahri, A. 2014. *Uji Mikroba Rhizosfer Tumbuhan Pantai Sebagai Pemacu Pertumbuhan Kacang Tunggak*. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Program Studi Agroteknologi Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana.
- Anisah, Rahayu, T. 2015. Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri Menggunakan Sumber Karbohidrat Berbeda. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS, Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Januari 2015.
- Asrul, L., Agus, N., Daryati, T., & Mollah, A. 2012. Karakterisasi morfologi buah dan jaringan tanaman kakao harapan tahan penggerek buah kakao. *Jurnal Agrolantae*, 1(2): 107–120.
- A'yun, K Q., Tutung H dan Mintarto M. 2013. Pengaruh Penggunaan PGPR Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Terhadap intensitas TMV (*Tobacco Mosaic Virus*), Pertumbuhan, dan Produksi Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hama Penyakit Tanaman*: 1 (1): 47-55.
- Baihaqi, A.,F., Yamika, W.,S., Aini, N. 2018. Pengaruh Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman dengan PGPR pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.): *Jurnal Produksi Tanaman*, 6 (5): 899-905.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Kakao Indonesia. Badan Pusat Statistik : Jakarta.
- Burhan. 2014. *Penilaian Kondisi Ekologi Vegetasi Pantai (Pes-caprae dan Barringtonia) Pada Daerah Sempadan Pantai di Desa Mattiro Tasi Kabupaten Pinrang*. Skripsi tidak diterbitkan. Makassar: Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Bustaman. 2006. Seleksi Mikroba Rizosfer Antagonis Terhadap Bakteri Ralstonia solanacearum Penyebab Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Jahe di Lahan Tertindas. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8 (1) : 12-18.
- Danuji, Sarwo. 2016. Pertumbuhan Bibit Kakao Lindak Berasosiasi Dengan *Synechococcus* sp. The Growth Of Seed Cocoa Lindak Associated With *Synechococcus* sp.: *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 1(2).
- Darmawan. 2008. Pertumbuhan dan laju fotosintesis bibit tanaman jarak pada tingkat perendaman air dan pemupukan nitrogen berbeda. *Jurnal Agrivigor*, 7: 293–299.

- Debtisari, H., Erawati, D., Sugiyarto. 2018. *Pengaruh Cara Penyimpanan Terhadap Viabilitas Benih Kakao (Theobroma cacao L.) Klon Sulawesi 01*: Makalah disajikan dalam AGROPROSS *National Conference Proceedings of Agriculture*, Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember. 22-24 November 2018.
- Depari, B.,P.Sitepu, F.,P. Ginting, J. 2018. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) terhadap Pemberian Kompos Kulit Buah Kakao dan Pupuk Majemuk NPK: *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 6 (2): 244- 252.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016* (Online), <http://ditjenbun.pertanian.go.id>. Diakses 11 November 2019.
- Dwipayana dan H.D. Ariesyady, 2011, *Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Lumpur Hasil Pengolahan Limbah Cat dengan Teknik Konvensional* (Online),www.ftsl.itb.ac.id/kk/rekayasa.../peww7-dwipayana-15305020.pdf. Diakses 29 Desember 2019.
- Farooq, M; S.M.A. Basra; A. Aahid & N. Ahmad. 2010. Changes in nutrient-homeostatis and reserves metabolism during rice priming: Consequences for seedling emergence and growth. *Journal Agricultural Science in China*. 9: 191-198.
- Gholami, A., S. Shahsavani, and S. Nezarat. 2009. The Effect Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) On Germination, Seedling Growth And Yield Of Maize. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)* 5 (1): 19-24.
- Hartono, Sukresno, S. Andy Cahyono, Eko Priyanto, Gunarti. 2005. *Pengembangan Teknik Rehabilitasi Lahan Pantai Berpasir Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat*. Makalah disajikan dalam Prosiding Ekspose, BP2TPDAS-IBB Surakarta, 3 Agustus 2003.
- Hayati, H., Basri, H., Husni. 2014. Pengaruh Jenis Mulsa Dan Intensitas Naungan Terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa Dan Hasil Cabai (*Capsicum annum*). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 3 (2) : 489-495.
- Hatmanti, Ariyanti. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. *Jurnal Oseana*. 25(1): 31-41.
- Iswahyudi., Syukri., Ulfia 2018. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L*) pada Media Tanah *Sub Soil* yang diberikan Biochar dan Pupuk Organik Granul: *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 5 (2).
- Joko ,T., Dina I., Utik W., Pratiwi A.H. 2015. *Pengaruh Pgpr Terhadap Pertumbuhan Plantlet Jagung Dan Antagonismenya Terhadap Jamur*

Terbawa Benih Secara In Vitro. Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

- Karim, I., Doha, L., Dewi, V. 2015. Serangan PBK (*Conopomorpha cramerella* Sn.) pada Beberapa Klon Kakao di Kabupaten Bantaeng: Skripsi tidak diterbitkan. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Khair, H., Hasyim, H., Ardinata, R. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Beberapa Benih Asal Klon Kakao (*Theobroma cacao* L) di Pembibitan. *Jurnal Agrium*. 17 (3): 218-227.
- Kurniawan, Andri. 2018. Pengaruh Konsentrasi Pgp (Plant Growth Promoting *Rhizobacteria*) Terhadap Pertumbuhan Semai Sengon (*Paraserianthes falcataria*. L): *Jurnal Jagros*. 5 (1).
- Leiwakabessy, F.M., 1977. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Departemen Ilmu Tanah. Insitut Pertanian Bogor.
- Li, Z., Traore, A., Maximova, S., & Gultinan, M. J. (1998). Somatic embryogenesis and plant regeneration from floral explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron. *In Vitro Cell. Dev. Biol-Plant*, 34, 293–299.
- Limbongan, J., S. Kadir, D. Amiruddin, B. Nappu, dan P. Sanggola. 2010. Pengkajian penggunaan bahan tanaman unggul menunjang program rehabilitasi tanaman kakao di Sulawesi Selatan. Makalah disajikan dalam Laporan Hasil Pengkajian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Makassar.
- Matsushima, K.I. & J.I. Sakagami (2013). Effect of seed hydropriming on germination and seedling vigor during emergence of rice under different soil moisture conditions. *American Journal of Plant Sciences*. 4: 1584–1593.
- Nico L., Pretorius, T., Idris, H. 2010. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biocontrol Agents Against Soil-Borne Plant Diseases*. Department of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa.
- Pancaningtyas, S., Santoso, T., Sudarsianto. 2014. Studi Perkecambahan Benih Kakao melalui Metode Perendaman: *Jurnal Pelita Perkebunan*. 30 (3) : 190-197.
- Phabiola, Trisna Agung. Dan Khalimi, K. 2012. Pengaruh Aplikasi Formula *Pantoea agglomerans* Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Klorofil Daun Tanaman Strawberry. *Jurnal Agrotop*. 2 (2): 125- 131.

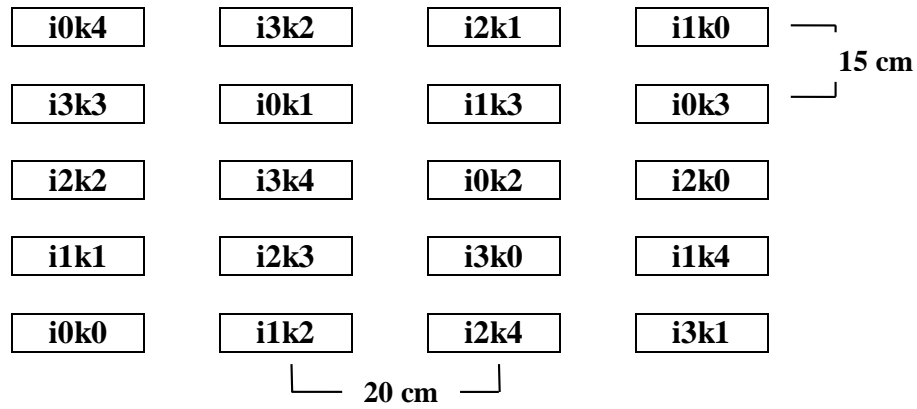
- Pinem, A. 2011. Pengaruh Media Tanam dan Pemberian Kapur terhadap Pertumbuhan Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Pembibitan. *Jurnal. Agroland*. 17(2) : 138-143.
- Rahardjo, P., dan Hartatri, D., F., S. 2010. Penggunaan *Acrylic Acid Sodium Acrylate Polymer* dalam Upaya Mempertahankan Viabilitas Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Pelita Perkebunan*. 26(2), 83-93.
- Rouhi H.R., Surki A.A., Sharif-Zadeh F., Afshari R.T., Aboutalebian M.A. dan Ahmadvand G. 2011. Study of different priming treatments on germination traits of soybean seed lots. *Notulae Sci Biol*. 3(1):101-108. Departemen Perindustrian. 2009. Roadmap Industri Pengolahan Kopi.
- Rubiyo. 2009. *Kajian Genetika Ketahanan Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.) Terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora palmivora Butl.) Di Indonesia*. Disertasi tidak diterbitkan. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Saad, S., H. 2018. *Respon Bibit Kakao (Theobroma cacao L.) terhadap Pupuk Kascing dan CMA*. Skripsi tidak diterbitkan. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Statistik Kakao. 2018. Statistik Kakao Indonesia Tahun 2018. Badan Pusat Statistik: Jakarta.
- Supardy. 2016. Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Giberelin (GA3) Terhadap Viabilitas Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *e-jurnal Agrotekbis*. 2 (3): 425-431.
- Suryani D., dan Zulfebriasyah. 2007. Komoditas Kakao : Potret dan Peluang Pembiayaan. *Economic Riview*, No. 210, Desember 2007. 9 halaman.
- Suwarto dan Y. Octavianty. 2010. *Budidaya 12 Tanaman Perkebunan Unggulan*. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Tambunsaribu, D., W. Anwar, S., Lukiwati, D.R. 2017. Viabilitas benih dan pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L) pada beberapa jenis media simpan dan tingkat kelembaban: *Jurnal Agro Kompleks*. 1 (3): 135-142.
- Umul, A., Bambang, S., Didit, H., S. 2012. *Eksplorasi Mikrobial Rhizosfer Tumbuhan Pantai Potensial Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman*. Disertasi tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana.
- Widjojo, P. 1999. *Pengaruh Pupuk Daun*. Penerbit Swadaya, Jakarta.

- Widnyana, I.K. 2018. Upaya Meningkatkan Potensi Kesuburan Tanah Lahan Marginal di Kawasan Bali Timur Melalui Bioteknologi Antara Mikoriza dengan Pupuk Kandang dan Kascing. *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*. Program Studi Agroteknologi Universitas Mahasaraswati Denpasar.
- Widyaningrum, A. 2017. Pengaruh Aplikasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Kompos Azolla Terhadap Mutu Bibit Asal Stek Kopi Robusta. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Winarno, H. 1995. Klon-klon unggul untuk mendukung klonalisasi kakao lindak. *Warta Puslit Kopi dan Kakao*, 11 (2) :77-81.
- Yulvizar, Cut. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik pada *Rastreliger* sp. *Jurnal Biospecies*. 6 (2): 1-7.
- Yusniar, 2013. Membangun Kesejahteraan Petani Lewat Nagari Model Kakao (NMK). Dinas Perkebunan Sumatera Barat. Padang

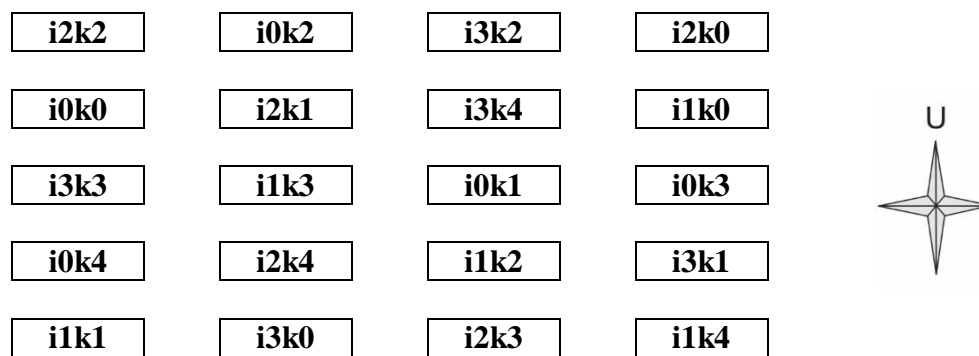
Lampiran 1

DENAH PERCOBAAN DI LAPANGAN

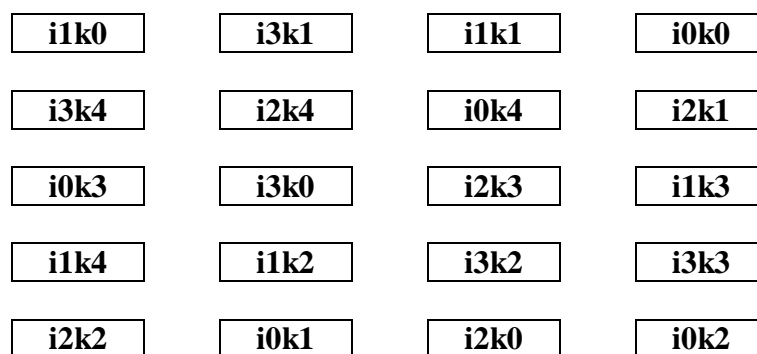
Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Gambar 2. Denah Percobaan di Lapangan

Keterangan :

i0k0 = tanpa lama perendaman benih dan tanpa konsentrasi penyiraman PGPR
 i0k1 = tanpa lama perendaman benih + konsentrasi penyiraman PGPR 5 mL/L
 i0k2 = tanpa lama perendaman benih + konsentrasi penyiraman PGPR 10 mL/L
 i0k3 = tanpa lama perendaman benih + konsentrasi penyiraman PGPR 15 mL/L
 i0k4 = tanpa lama perendaman benih + konsentrasi penyiraman PGPR 20 mL/L
 i1k0 = lama perendaman benih 5 menit + tanpa konsentrasi penyiraman PGPR
 i1k1 = lama perendaman benih 5 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 5 mL/L
 i1k2 = lama perendaman benih 5 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 10 mL/L
 i1k3 = lama perendaman benih 5 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 15 mL/L
 i1k4 = lama perendaman benih 5 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 20 mL/L
 i2k0 = lama perendaman benih 10 menit + tanpa konsentrasi penyiraman PGPR
 i2k1 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 5 mL/L
 i2k2 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 10 mL/L
 i2k3 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 15 mL/L
 i2k4 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 20 mL/L
 i3k0 = lama perendaman benih 15 menit + tanpa konsentrasi penyiraman PGPR
 i3k1 = lama perendaman benih 15 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 5 mL/L
 i3k2 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 10 mL/L
 i3k3 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 15 mL/L
 i3k4 = lama perendaman benih 10 menit + konsentrasi penyiraman PGPR 20 mL/L

Lampiran 2**DATA PENGAMATAN DI LAPANGAN DAN SIDIK RAGAM**

Tabel 2a. Daya kecambah (%) kakao hari ke-14

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0	90	90	90	270	90,00
i1	90	100	90	280	93,33
i2	100	100	100	300	100,00
i3	100	100	100	300	100,00
Jumlah	380	390	380	1150,00	383,33

Tabel 2b. Sidik ragam daya kecambah (%) hari ke-14

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	16,7	8,33	0,75	5,14	10,92	tn
Perlakuan	3	225,00	75,00	6,75	4,76	9,78	*
Galat	6	66,67	11,11				
Total	11	291,67					
KK	17%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 * : berpengaruh nyata

Tabel 3a. Kecepatan tumbuh benih (% per etmal)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0	6,43	7,14	6,43	20	6,67
i1	6,43	6,43	6,43	19	6,43
i2	7,14	7,14	7,14	21	7,14
i3	7,14	7,14	7,14	21	7,14
Jumlah	27,14	27,86	27,14	82,14	27,38

Tabel 3b. Sidik ragam kecepatan tumbuh benih (% per etmal)

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,1	0,04	0,75	5,14	10,92	tn
Perlakuan	3	1,15	0,38	6,75	4,76	9,78	*
Galat	6	0,34	0,06				
Total	11	1,49					
KK	5%						

Keterangan :

tn : tidak berpengaruh nyata

* : berpengaruh nyata

Tabel 4a. Persentase benih abnormal (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0	10	10	10	30	10,00
i1	10	0	10	20	6,67
i2	0	0	0	0	0,00
i3	0	0	0	0	0,00
Jumlah	20	10	20	50,00	16,67

Tabel 4b. Persentase benih abnormal (%) transformasi data ke log + 1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0	1,0	1,0	1,0	3	1,04
i1	1,0	0,0	1,0	2	0,69
i2	0,0	0,0	0,0	0	0,00
i3	0,0	0,0	0,0	0	0,00
Jumlah	2,08	1,04	2,08	5,21	1,74

Tabel 4c. Sidik ragam persentase benih abnormal (%)

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,2	0,09	0,75	5,14	10,92	tn
Perlakuan	3	2,44	0,81	6,75	4,76	9,78	*
Galat	6	0,72	0,12				
Total	11	3,16					
KK	26%						

Keterangan :

tn : tidak berpengaruh nyata

* : berpengaruh nyata

Tabel 5a. Rata-rata tinggi tanaman (cm) kakao 8 MST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	21,75	23,5	21	66,25	22,08
i0k1	23	18,5	21,1	62,60	20,87
i0k2	6	24	19	49,00	16,33
i0k3	20	9,5	23,5	53,00	17,67
i0k4	22	20,5	12	54,50	18,17
i1k0	24	21,5	21	66,50	22,17
i1k1	21	23	10,5	54,50	18,17
i1k2	16	21	21,5	58,50	19,50
i1k3	5	11	10,5	26,50	8,83
i1k4	23,5	22	9,5	55,00	18,33
i2k0	10	20,5	23	53,50	17,83
i2k1	19,5	23,5	25	68,00	22,67
i2k2	16,5	19,5	14,5	50,50	16,83
i2k3	21	21,5	11,5	54,00	18,00
i2k4	9	22	8,5	39,50	13,17
i3k0	20,5	24,5	22,5	67,50	22,50
i3k1	23	18	22	63,00	21,00
i3k2	19,5	25	23,5	68,00	22,67
i3k3	22	9,5	16,5	48,00	16,00
i3k4	19,5	25	24	68,50	22,83
Jumlah	362,75	403,50	360,60	1126,85	18,78

Tabel 5b. Rata-rata tinggi tanaman (cm) transformasi data ke log + 1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	1,36	1,39	1,34	4,09	1,36
i0k1	1,38	1,29	1,34	4,01	1,34
i0k2	0,85	1,40	1,30	3,54	1,18
i0k3	1,32	1,02	1,39	3,73	1,24
i0k4	1,36	1,33	1,11	3,81	1,27
i1k0	1,40	1,35	1,34	4,09	1,36
i1k1	1,34	1,38	1,06	3,78	1,26
i1k2	1,23	1,34	1,35	3,93	1,31
i1k3	0,78	1,08	1,06	2,92	0,97
i1k4	1,39	1,36	1,02	3,77	1,26
i2k0	1,04	1,33	1,38	3,75	1,25
i2k1	1,31	1,39	1,41	4,12	1,37
i2k2	1,24	1,31	1,19	3,75	1,25
i2k3	1,34	1,35	1,10	3,79	1,26
i2k4	1,00	1,36	0,98	3,34	1,11
i3k0	1,33	1,41	1,37	4,11	1,37
i3k1	1,38	1,28	1,36	4,02	1,34
i3k2	1,31	1,41	1,39	4,12	1,37
i3k3	1,36	1,02	1,24	3,63	1,21
i3k4	1,31	1,41	1,40	4,12	1,37
Jumlah	25,04	26,23	25,15	76,42	1,27

Tabel 5c. Sidik ragam rata-rata tinggi tanaman (cm) 8 MST

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,04	0,02	1,02	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,59	0,03	1,47	1,87	2,42	tn
I	3	97,43	32,48	1539,94	2,85	4,34	**
K	4	97,55	24,39	1156,43	2,62	3,86	**
I x K	12	98,81	8,23	390,44	2,02	2,69	**
Galat	38	0,80	0,02				
Total	59	1,39					
KK	13%						

Keterangan :

tn : tidak berpengaruh nyata

** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 6a. Rata-rata jumlah daun (helai) 8 MST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	7	7,5	7,5	22,00	7,33
i0k1	8,5	7,5	7	23,00	7,67
i0k2	2	7,5	5	14,50	4,83
i0k3	7	6,5	6	19,50	6,50
i0k4	9	9	3	21,00	7,00
i1k0	8	7,5	5,5	21,00	7,00
i1k1	7,5	6,5	2,5	16,50	5,50
i1k2	6	7,5	7	20,50	6,83
i1k3	1,5	4	2,5	8,00	2,67
i1k4	6,5	7	3	16,50	5,50
i2k0	2,5	5	5,5	13,00	4,33
i2k1	6,5	7	6,5	20,00	6,67
i2k2	6	8,5	5,5	20,00	6,67
i2k3	7,5	5,5	6,5	19,50	6,50
i2k4	3,5	7	3,5	14,00	4,67
i3k0	7	6	7	20,00	6,67
i3k1	8	7	6,5	21,50	7,17
i3k2	7	8,5	8,5	24,00	8,00
i3k3	6,5	4	3,5	14,00	4,67
i3k4	6	6,5	7	19,50	6,50
Jumlah	123,50	135,50	109,00	368,00	6,13

Tabel 6b. Sidik ragam jumlah daun (helai) transformasi data ke log+1,

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,90	0,93	0,93	2,76	0,92
i0k1	0,98	0,93	0,90	2,81	0,94
i0k2	0,48	0,93	0,78	2,18	0,73
i0k3	0,90	0,88	0,85	2,62	0,87
i0k4	1,00	1,00	0,60	2,60	0,87
i1k0	0,95	0,93	0,81	2,70	0,90
i1k1	0,93	0,88	0,54	2,35	0,78
i1k2	0,85	0,93	0,90	2,68	0,89
i1k3	0,40	0,70	0,54	1,64	0,55
i1k4	0,88	0,90	0,60	2,38	0,79
i2k0	0,54	0,78	0,81	2,14	0,71
i2k1	0,88	0,90	0,88	2,65	0,88
i2k2	0,85	0,98	0,81	2,64	0,88
i2k3	0,93	0,81	0,88	2,62	0,87
i2k4	0,65	0,90	0,65	2,21	0,74
i3k0	0,90	0,85	0,90	2,65	0,88
i3k1	0,95	0,90	0,88	2,73	0,91
i3k2	0,90	0,98	0,98	2,86	0,95
i3k3	0,88	0,70	0,65	2,23	0,74
i3k4	0,85	0,88	0,90	2,62	0,87
Jumlah	16,59	17,67	15,81	50,07	0,83

Tabel 6c. Sidik ragam rata-rata jumlah daun (helai) 8 MST

SK	dB	JK	KT	F	F Tabel		Keterangan
				Hitung	0,05	0,01	
Ulangan	2	0,09	0,04	2,96	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,57	0,03	2,01	1,87	2,42	*
I	3	41,86	13,95	939,17	2,85	4,34	**
K	4	41,89	10,47	704,85	2,62	3,86	**
I x K	12	43,30	3,61	242,82	2,02	2,69	**
Galat	38	0,56	0,01				
Total	59	1,13					
KK	13%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
- * : berpengaruh nyata
- ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 7a. Rata-rata diameter batang (mm) 8 MST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	3,35	3,5	4,05	10,90	3,63
i0k1	4	3,25	3,9	11,15	3,72
i0k2	1,45	3,6	4	9,05	3,02
i0k3	3,8	3,6	3,85	11,25	3,75
i0k4	4,05	3,35	1,7	9,10	3,03
i1k0	3,95	3,65	3,55	11,15	3,72
i1k1	3,45	3,9	1,7	9,05	3,02
i1k2	3,55	4	3,65	11,20	3,73
i1k3	1,55	1,9	2,2	5,65	1,88
i1k4	3,95	3,6	2	9,55	3,18
i2k0	2,05	3,65	3,55	9,25	3,08
i2k1	3,6	3,3	3,85	10,75	3,58
i2k2	3,2	3,75	3,2	10,15	3,38
i2k3	3,85	4	3,25	11,10	3,70
i2k4	1,65	3,4	2,05	7,10	2,37
i3k0	3,45	3,7	4,15	11,30	3,77
i3k1	3,9	3,75	3,9	11,55	3,85
i3k2	3,55	3,8	3,8	11,15	3,72
i3k3	3,4	1,95	3,3	8,65	2,88
i3k4	3,7	3,8	3,8	11,30	3,77
Jumlah	65,45	69,45	65,45	200,35	3,34

Tabel 7b. Rata-rata diameter batang (mm) transformasi data ke log+1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,64	0,65	0,70	1,99	0,66
i0k1	0,70	0,63	0,69	2,02	0,67
i0k2	0,39	0,66	0,70	1,75	0,58
i0k3	0,68	0,66	0,69	2,03	0,68
i0k4	0,70	0,64	0,43	1,77	0,59
i1k0	0,69	0,67	0,66	2,02	0,67
i1k1	0,65	0,69	0,43	1,77	0,59
i1k2	0,66	0,70	0,67	2,02	0,67
i1k3	0,41	0,46	0,51	1,37	0,46
i1k4	0,69	0,66	0,48	1,83	0,61
i2k0	0,48	0,67	0,66	1,81	0,60
i2k1	0,66	0,63	0,69	1,98	0,66
i2k2	0,62	0,68	0,62	1,92	0,64
i2k3	0,69	0,70	0,63	2,01	0,67
i2k4	0,42	0,64	0,48	1,55	0,52
i3k0	0,65	0,67	0,71	2,03	0,68
i3k1	0,69	0,68	0,69	2,06	0,69
i3k2	0,66	0,68	0,68	2,02	0,67
i3k3	0,64	0,47	0,63	1,75	0,58
i3k4	0,67	0,68	0,68	2,03	0,68
Jumlah	12,40	12,93	12,43	37,76	0,63

Tabel 7c. Sidik ragam rata-rata diameter batang (mm) 8 MST

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,01	0,00	0,67	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,22	0,01	1,73	1,87	2,42	tn
I	3	23,79	7,93	1201,37	2,85	4,34	**
K	4	23,80	5,95	901,47	2,62	3,86	**
I x K	12	24,35	2,03	307,35	2,02	2,69	**
Galat	38	0,25	0,01				
Total	59	0,47					
KK	10%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 8a. Rata-rata luas daun (cm²) 8 MST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	13,11	12,22	27,56	52,89	17,63
i0k1	10,67	15,33	12,44	38,44	12,81
i0k2	11,56	16,00	12,22	39,78	13,26
i0k3	15,33	15,56	23,78	54,67	18,22
i0k4	12,22	14,67	23,33	50,22	16,74
i1k0	22,67	17,11	15,56	55,33	18,44
i1k1	12,00	17,78	25,33	55,11	18,37
i1k2	8,00	17,56	12,22	37,78	12,59
i1k3	5,33	16,67	16,00	38,00	12,67
i1k4	11,11	14,67	10,89	36,67	12,22
i2k0	22,89	10,89	14,67	48,44	16,15
i2k1	10,44	10,67	14,67	35,78	11,93
i2k2	8,22	8,89	7,11	24,22	8,07
i2k3	10,67	20,89	15,78	47,33	15,78
i2k4	12,00	16,89	14,67	43,56	14,52
i3k0	17,78	22,22	18,89	58,89	19,63
i3k1	15,78	10,44	18,22	44,44	14,81
i3k2	11,78	18,44	17,56	47,78	15,93
i3k3	11,11	11,33	15,56	38,00	12,67
i3k4	9,56	11,11	18,00	38,67	12,89
Jumlah	252,22	299,33	334,44	886,00	14,77

Tabel 8b. Rata-rata luas daun (cm²) transformasi data ke log+1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	1,15	1,12	1,46	3,73	1,24
i0k1	1,07	1,21	1,13	3,41	1,14
i0k2	1,10	1,23	1,12	3,45	1,15
i0k3	1,21	1,22	1,39	3,83	1,28
i0k4	1,12	1,19	1,39	3,70	1,23
i1k0	1,37	1,26	1,22	3,85	1,28
i1k1	1,11	1,27	1,42	3,81	1,27
i1k2	0,95	1,27	1,12	3,34	1,11
i1k3	0,80	1,25	1,23	3,28	1,09
i1k4	1,08	1,19	1,08	3,35	1,12
i2k0	1,38	1,08	1,19	3,65	1,22
i2k1	1,06	1,07	1,19	3,32	1,11
i2k2	0,96	1,00	0,91	2,87	0,96
i2k3	1,07	1,34	1,22	3,63	1,21
i2k4	1,11	1,25	1,19	3,56	1,19
i3k0	1,27	1,37	1,30	3,94	1,31
i3k1	1,22	1,06	1,28	3,57	1,19
i3k2	1,11	1,29	1,27	3,66	1,22
i3k3	1,08	1,09	1,22	3,39	1,13
i3k4	1,02	1,08	1,28	3,39	1,13
Jumlah	22,27	23,84	24,62	70,73	1,18

Tabel 8c. Sidik ragam rata-rata luas daun (cm²) 8 MST

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,14	0,07	4,51	3,24	5,21	*
Perlakuan	19	0,41	0,02	1,35	1,87	2,42	tn
I	3	83,42	27,81	1753,80	2,85	4,34	**
K	4	83,52	20,88	1316,90	2,62	3,86	**
I x K	12	84,40	7,03	443,61	2,02	2,69	**
Galat	38	0,60	0,02				
Total	59	1,01					
KK	12%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
- * : berpengaruh nyata
- ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 9a. Rata-rata panjang akar (cm) 8 MST

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	14,5	21,9	15,2	51,60	17,20
i0k1	16,5	19	19,5	55,00	18,33
i0k2	21,3	14,6	9,3	45,20	15,07
i0k3	14	21,3	19,5	54,80	18,27
i0k4	23	11,5	14,1	48,60	16,20
i1k0	13,8	12	14,2	40,00	13,33
i1k1	13	23,2	19,3	55,50	18,50
i1k2	8,7	12,5	15,2	36,40	12,13
i1k3	14,2	11,9	19,5	45,60	15,20
i1k4	12,5	11,8	15,9	40,20	13,40
i2k0	10,7	17,1	9,3	37,10	12,37
i2k1	21,3	29	14	64,30	21,43
i2k2	15,5	14	16	45,50	15,17
i2k3	12,5	12,4	10	34,90	11,63
i2k4	14,9	18,4	14,7	48,00	16,00
i3k0	16,8	18,4	15,7	50,90	16,97
i3k1	21	14	22,3	57,30	19,10
i3k2	12,2	20,1	15	47,30	15,77
i3k3	13,8	11,5	20,9	46,20	15,40
i3k4	10	30	15	55,00	18,33
Jumlah	300,20	344,60	314,60	959,40	15,99

Tabel 9b. Rata-rata panjang akar (cm) transformasi data ke log+1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	1,19	1,36	1,21	3,76	1,25
i0k1	1,24	1,30	1,31	3,86	1,29
i0k2	1,35	1,19	1,01	3,55	1,18
i0k3	1,18	1,35	1,31	3,84	1,28
i0k4	1,38	1,10	1,18	3,66	1,22
i1k0	1,17	1,11	1,18	3,47	1,16
i1k1	1,15	1,38	1,31	3,84	1,28
i1k2	0,99	1,13	1,21	3,33	1,11
i1k3	1,18	1,11	1,31	3,60	1,20
i1k4	1,13	1,11	1,23	3,47	1,16
i2k0	1,07	1,26	1,01	3,34	1,11
i2k1	1,35	1,48	1,18	4,00	1,33
i2k2	1,22	1,18	1,23	3,62	1,21
i2k3	1,13	1,13	1,04	3,30	1,10
i2k4	1,20	1,29	1,20	3,69	1,23
i3k0	1,25	1,29	1,22	3,76	1,25
i3k1	1,34	1,18	1,37	3,89	1,30
i3k2	1,12	1,32	1,20	3,65	1,22
i3k3	1,17	1,10	1,34	3,61	1,20
i3k4	1,04	1,49	1,20	3,74	1,25
Jumlah	23,84	24,85	24,26	72,95	1,22

Tabel 9c. Sidik ragam rata-rata panjang akar (cm) 8 MST

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,03	0,01	0,98	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,24	0,01	0,99	1,87	2,42	tn
I	3	88,74	29,58	2283,41	2,85	4,34	**
K	4	88,80	22,20	1713,73	2,62	3,86	**
I x K	12	89,27	7,44	574,24	2,02	2,69	**
Galat	38	0,49	0,01				
Total	59	0,74					
KK	10%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 10a. Rata-rata bobot basah tanaman (gram)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
I0K0	3,7	2,61	4,73	11,04	3,68
I0K1	3,2	2,22	3,54	8,96	2,99
I0K2	2,7	4,15	2,28	9,13	3,04
I0K3	4,93	2,15	4	11,08	3,69
I0K4	4,8	2,08	4,4	11,28	3,76
I1K0	3,86	4,71	3,18	11,75	3,92
I1K1	4,8	2,87	4,4	12,07	4,02
I1K2	3,6	4,55	3,34	11,49	3,83
I1K3	0,8	3,58	4,15	8,53	2,84
I1K4	4,42	4,14	3,67	12,23	4,08
I2K0	3,59	1,53	3,58	8,70	2,90
I2K1	4,6	2	3,38	9,98	3,33
I2K2	3,5	2,59	2,23	8,32	2,77
I2K3	1,4	2,87	4,54	8,81	2,94
I2K4	2,59	5,45	4,4	12,44	4,15
I3K0	1,9	4,51	3,59	10,00	3,33
I3K1	2,59	3	4,58	10,17	3,39
I3K2	3,7	4,34	4,39	12,43	4,14
I3K3	3,9	3,08	2,44	9,42	3,14
I3K4	2,5	3,26	4,28	10,04	3,35
Jumlah	67,08	65,69	75,10	207,87	3,4645

Tabel 10b. Sidik ragam rata-rata bobot basah tanaman (gram)

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	0,04	0,02	1,14	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,15	0,01	0,50	1,87	2,42	tn
I	3	24,36	8,12	528,95	2,85	4,34	**
K	4	24,38	6,09	396,95	2,62	3,86	**
I x K	12	24,72	2,06	134,18	2,02	2,69	**
Galat	38	0,58	0,02				
Total	59	0,73					
KK	16%						

Keterangan :

tn : tidak berpengaruh nyata

** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 11a . Rata-rata bobot kering (gram)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,9	0,89	1,18	2,97	0,99
i0k1	1,2	1,87	1,28	4,35	1,45
i0k2	0,4	1,08	0,69	2,17	0,72
i0k3	1,33	0,77	0,73	2,83	0,94
i0k4	1,45	1,06	0,92	3,43	1,14
i1k0	1,38	1,28	0,95	3,61	1,20
i1k1	1,71	1,27	0,99	3,97	1,32
i1k2	1,18	1,24	0,82	3,24	1,08
i1k3	0,23	1,03	1,34	2,60	0,87
i1k4	1,22	0,93	0,65	2,80	0,93
i2k0	1	0,56	1,15	2,71	0,90
i2k1	0,59	1,18	1,28	3,05	1,02
i2k2	1,09	0,76	0,41	2,26	0,75
i2k3	0,55	0,96	1,45	2,96	0,99
i2k4	0,92	1,37	1,36	3,65	1,22
i3k0	1,03	1,26	1,12	3,41	1,14
i3k1	1,05	0,78	1,18	3,01	1,00
i3k2	1,19	1,34	0,79	3,32	1,11
i3k3	1,05	1,09	0,27	2,41	0,80
i3k4	0,87	0,73	1,28	2,88	0,96
Jumlah	20,34	21,45	19,84	61,63	1,03

Tabel 11b . Rata-rata bobot kering (gram) transformasi data ke log+1

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,28	0,28	0,34	0,89	0,30
i0k1	0,34	0,46	0,36	1,16	0,39
i0k2	0,15	0,32	0,23	0,69	0,23
i0k3	0,37	0,25	0,24	0,85	0,28
i0k4	0,39	0,31	0,28	0,99	0,33
i1k0	0,38	0,36	0,29	1,02	0,34
i1k1	0,43	0,36	0,30	1,09	0,36
i1k2	0,34	0,35	0,26	0,95	0,32
i1k3	0,09	0,31	0,37	0,77	0,26
i1k4	0,35	0,29	0,22	0,85	0,28
i2k0	0,30	0,19	0,33	0,83	0,28
i2k1	0,20	0,34	0,36	0,90	0,30
i2k2	0,32	0,25	0,15	0,71	0,24
i2k3	0,19	0,29	0,39	0,87	0,29
i2k4	0,28	0,37	0,37	1,03	0,34
i3k0	0,31	0,35	0,33	0,99	0,33
i3k1	0,31	0,25	0,34	0,90	0,30
i3k2	0,34	0,37	0,25	0,96	0,32
i3k3	0,31	0,32	0,10	0,74	0,25
i3k4	0,27	0,24	0,36	0,87	0,29
Jumlah	5,95	6,25	5,86	18,06	0,30

Tabel 11c. Sidik ragam rata-rata bobot kering (gram)

SK	dB	JK	KT	F	F Tabel		Keterangan
				Hitung	0,05	0,01	
Ulangan	2	0,00	0,00	0,34	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,10	0,01	0,86	1,87	2,42	tn
I	3	5,44	1,81	304,62	2,85	4,34	**
K	4	5,47	1,37	229,86	2,62	3,86	**
I x K	12	5,68	0,47	79,57	2,02	2,69	**
Galat	38	0,23	0,01				
Total	59	0,32					
KK	14%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 12a. Rata-rata bobot basah akar (gram)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,32	0,44	0,72	1,48	0,49
i0k1	0,5	0,88	0,48	1,86	0,62
i0k2	0,21	0,47	0,67	1,35	0,45
i0k3	0,84	0,41	0,38	1,63	0,54
i0k4	0,56	0,54	0,53	1,63	0,54
i1k0	0,53	1,06	0,5	2,09	0,70
i1k1	0,62	0,55	0,33	1,50	0,50
i1k2	0,7	0,92	0,41	2,03	0,68
i1k3	0,09	0,41	0,92	1,42	0,47
i1k4	0,56	0,54	0,54	1,64	0,55
i2k0	0,45	0,56	0,53	1,54	0,51
i2k1	0,12	0,89	0,59	1,60	0,53
i2k2	0,18	0,25	0,38	0,81	0,27
i2k3	0,42	0,43	0,37	1,22	0,41
i2k4	0,33	0,98	0,75	2,06	0,69
i3k0	0,45	0,65	0,59	1,69	0,56
i3k1	0,59	0,48	0,48	1,55	0,52
i3k2	0,4	0,38	0,64	1,42	0,47
i3k3	0,28	0,55	0,33	1,16	0,39
i3k4	0,43	0,59	0,37	1,39	0,46
Jumlah	8,58	11,98	10,51	31,07	0,52

Tabel 12b. Sidik ragam rata-rata bobot basah akar (gram)

SK	dB	JK	KT	F	F Tabel		Keterangan
				Hitung	0,05	0,01	
Ulangan	2	0,29	0,15	3,01	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,61	0,03	0,67	1,87	2,42	tn
I	3	16,19	5,40	111,62	2,85	4,34	**
K	4	16,23	4,06	83,93	2,62	3,86	**
I x K	12	17,69	1,47	30,49	2,02	2,69	**
Galat	38	1,84	0,05				
Total	59	2,45					
KK	31%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 13a. Rata-rata bobot kering akar (gram)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
i0k0	0,14	0,16	0,2	0,50	0,17
i0k1	0,2	0,48	0,17	0,85	0,28
i0k2	0,09	0,19	0,16	0,44	0,15
i0k3	0,31	0,13	0,13	0,57	0,19
i0k4	0,24	0,2	0,17	0,61	0,20
i1k0	0,22	0,28	0,15	0,65	0,22
i1k1	0,29	0,21	0,17	0,67	0,22
i1k2	0,26	0,26	0,14	0,66	0,22
i1k3	0,04	0,2	0,32	0,56	0,19
i1k4	0,22	0,19	0,16	0,57	0,19
i2k0	0,14	0,16	0,16	0,46	0,15
i2k1	0,08	0,27	0,21	0,56	0,19
i2k2	0,13	0,1	0,12	0,35	0,12
i2k3	0,16	0,15	0,18	0,49	0,16
i2k4	0,12	0,34	0,28	0,74	0,25
i3k0	0,17	0,21	0,2	0,58	0,19
i3k1	0,18	0,15	0,19	0,52	0,17
i3k2	0,2	0,18	0,16	0,54	0,18
i3k3	0,13	0,19	0,12	0,44	0,15
i3k4	0,21	0,19	0,21	0,61	0,20
Jumlah	3,53	4,24	3,60	11,37	0,19

Tabel 13b. Sidik ragam rata-rata bobot kering akar (gram)

SK	dB	JK	KT	F	F Tabel		Keterangan
				Hitung	0,05	0,01	
Ulangan	2	0,02	0,01	1,40	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	0,08	0,00	0,78	1,87	2,42	tn
I	3	2,17	0,72	131,86	2,85	4,34	**
K	4	2,18	0,55	99,54	2,62	3,86	**
I x K	12	2,36	0,20	35,95	2,02	2,69	**
Galat	38	0,21	0,01				
Total	59	0,29					
KK	17%						

Keterangan :

- tn : tidak berpengaruh nyata
 ** : berpengaruh sangat nyata

Tabel 14a. Rata-rata Rasio tajuk akar

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata2
	1	2	3		
I0K0	6,43	5,56	5,90	17,89	5,96
I0K1	6,00	3,90	7,53	17,43	5,81
I0K2	4,44	5,68	4,31	14,44	4,81
I0K3	4,29	5,92	5,62	15,83	5,28
I0K4	6,04	5,30	5,41	16,75	5,58
I1K0	6,27	4,57	6,33	17,18	5,73
I1K1	5,90	6,05	5,82	17,77	5,92
I1K2	4,54	4,77	5,86	15,16	5,05
I1K3	5,75	5,15	4,19	15,09	5,03
I1K4	5,55	4,89	4,06	14,50	4,83
I2K0	7,14	3,50	7,19	17,83	5,94
I2K1	7,38	4,37	6,10	17,84	5,95
I2K2	8,38	7,60	3,42	19,40	6,47
I2K3	3,44	6,40	8,06	17,89	5,96
I2K4	7,67	4,03	4,86	16,55	5,52
I3K0	6,06	6,00	5,60	17,66	5,89
I3K1	5,83	5,20	6,21	17,24	5,75
I3K2	5,95	7,44	4,94	18,33	6,11
I3K3	8,08	5,74	2,25	16,06	5,35
I3K4	4,14	3,84	6,10	14,08	4,69
Jumlah	119,28	105,92	109,74	334,94	5,58

Tabel 14b. Sidik Ragam Rata-rata Rasio tajuk akar

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Keterangan
					0,05	0,01	
Ulangan	2	4,73	2,37	1,05	3,24	5,21	tn
Perlakuan	19	13,80	0,73	0,32	1,87	2,42	tn
I	3	1873,17	624,39	277,91	2,85	4,34	**
K	4	1874,23	468,56	208,55	2,62	3,86	**
I x K	12	1903,13	158,59	70,59	2,02	2,69	**
Galat	38	85,38	2,25				
Total	59	99,17					
KK	63%						

Keterangan :

tn : tidak berpengaruh nyata

** : berpengaruh sangat nyata

Lampiran 3

TABEL REKAPITULASI PENGARUH PERLAKUAN

Tabel 17. Rekapitulasi Pengaruh Lama Perendaman Benih dan Konsentrasi Penyiraman Akar Katang-Katang terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao

Parameter	Lama Perendaman Benih				Konsentrasi penyiraman PGPR				
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	0 mL/L	5 mL/L	10 mL/L	15 mL/L	20 mL/L
Daya Kecambah			*	*					
Kecepatan Tumbuh Benih			*	*					
Persentas Benih Abnormal			*	*					
Tinggi tanaman				*					*
Jumlah daun				*			*		
Diameter batang				*		*			
Luas daun				*	*				
Panjang Akar			*			*			
Bobot Basah Total			*						*
Bobot Kering Total	*					*			
Bobot Basah Akar		*			*				
Bobot Kering Akar	*					*			
Rasio Tajuk akar				*		*			

Keterangan : * = menandakan perlakuan yang memberikan pengaruh terbaik

Lampiran 4

GAMBAR PENELITIAN



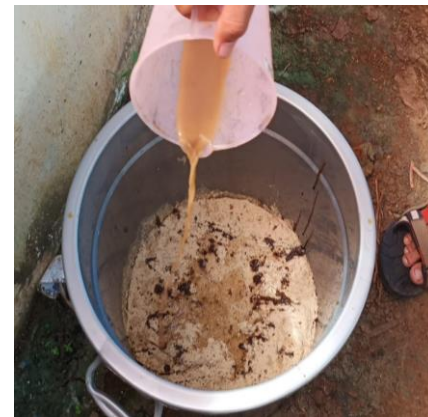
Gambar 3. Tanaman Katang-katang



Gambar 4. Buah kakao yang digunakan



Gambar 5. Pembuatan PGPR akar katang-katang



Gambar 6. Pemanenan PGPR akar katang-katang



Gambar 7. Proses pencucian benih kakao



Gambar 8. proses pelepasan pulp kakao



Gambar 9. Persiapan perlakuan perendaman benih



Gambar 10. Perlakuan lama perendaman benih



Gambar 11. Proses penyemaian benih



Gambar 12. benih yang telah tumbuh akar



Gambar 13. Pengisian polibag



Gambar 14. Pengukuran pH media tanam



Gambar 15. Pengukuran 1 MST



Gambar 16. Pengamatan 1 MST



Gambar 17. Pengamatan 2 MST



Gambar 18. Pengaplikasian konsentrasi penyiraman PGPR akar katang-katang



Gambar 19. Pengamatan bibit 3 MST



Gambar 20. Pengukuran diameter batang



Gambar 21. Pengamatan bibit 4 MST



Gambar 22. Pengamatan bibit 5 MST



Gambar 23. Pengamatan bibit 6 MST



Gambar 24. Pengamatan bibit 7 MST



Gambar 25. Pengamatan bibit 8 MST



Gambar 26. Pengukuran luas daun



Gambar 27. Penimbangan berat basah tanaman



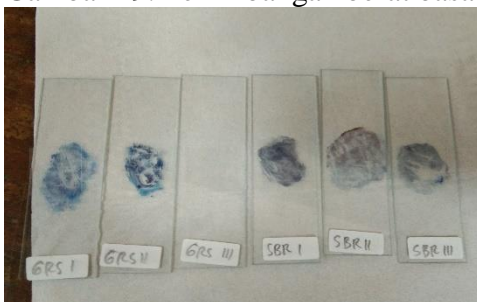
Gambar 28. Pengovenan tanaman



Gambar 29. Penimbangan berat basah



Gambar 30. Pewarnaan bakteri



Gambar 31. Hasil pewarnaan bakteri



Gambar 32. Pengamatan Mikroskopis pada preparat



Gambar 33. Pengamatan Tanaman tanpa perlakuan lama perendaman benih



Gambar 34. Pengamatan Tanaman dengan perlakuan lama perendaman benih selama 5 menit



Gambar 35. Pengamatan Tanaman dengan perlakuan lama perendaman benih selama 10 menit



Gambar 36. Pengamatan Tanaman dengan perlakuan lama perendaman benih selama 15 menit



Gambar 37. Pengamatan Tanaman perlakuan tanpa konsentrasi penyiraman



Gambar 38. Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 5 mL/L



Gambar 39. Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 10 mL/L



Gambar 40. Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 15 mL/L



Gambar 41. Pengamatan Tanaman dengan konsentrasi penyiraman 20 mL/L

Lampiran 5

PERHITUNGAN PENGGUNAAN DOSIS DOLOMIT

pH awal (sebelum pemberian dolomit)	= 5,5
pH yang diharapkan (setelah pemberian dolomit)	= 7,0
Dosis dolomit	=2000 Kg/Ha setiap menaikkan 1 point pH
Dosis dolomit untuk menaikkan pH tanah	= (7,0-5,5) x 2000 Kg = 3000 Kg/Ha
Bobot tanah untuk polybag ukuran 15 x 17 cm	= 3 Kg

Perhitungan :

$$\frac{\text{Kebutuhan Dolomit per polybag}}{\text{Bobot Tanah per Polybag}} = \frac{\text{Dosis anjuran Dolomit}}{\text{Massa Tanah per Ha}}$$

$$\frac{X}{3 \text{ Kg}} = \frac{3000 \text{ Kg/Ha}}{2.000.000 \text{ Kg}}$$

$$X = 0,0045 \text{ Kg}$$

$$X = 4,5 \text{ gram}$$

Jadi kebutuhan dolomit untuk polybag ukuran 15 x 17 cm adalah 4,5 gram / polybag

Lampiran 6

HASIL PENJABARAN UJI LABORATORIUM

Tabel 18. Uji reaksi gram pada PGPR akar katang-katang dengan metode sebar dan metode gores

Metode	Reaksi Gram				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Sebar	-	+	+	+	+
Gores	+	-	+	+	+

Keterangan : tanda plus (+) dan minus (-) diberikan apabila terdapat atau tidak terdapatnya lendir saat pengujian

Hasil uji reaksi gram (Tabel 13) menunjukkan bahwa PGPR akar katang-katang pada metode sebar dan metode gores rata-rata menghasilkan lendir saat pengujian reaksi gram dengan menggunakan KOH 3%.

Tabel 19. Uji katalase pada PGPR akar katang-katang dengan metode sebar dan metode gores

Metode	Uji Katalase				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Sebar	++	++	++	+	++
Gores	++	+++	++	+++	++

Keterangan : tanda plus (+) diberikan berdasarkan banyaknya gelembung saat pengujian

Hasil uji katalase (Tabel 14) menunjukkan bahwa PGPR akar katang-katang pada metode sebar dan metode gores rata-rata menghasilkan gelembung saat pengujian katalase dengan menggunakan H₂O₂.