

**PENGARUH APLIKASI *Lactobacillus bulgaricus*
TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT TANAH LEMPUNG
BERPASIR DI KECAMATAN WONOSARI KABUPATEN
MALANG**

Oleh:

MABRUR IBADUL MULUK

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2016

**Pengaruh Aplikasi *Lactobacillus bulgaricus* Terhadap
kemantapan Agregat Tanah Lempung berpasir Di Kecamatan
Wonosari Kabupaten Malang**

Oleh:

MABRUR IBADUL MULUK

0910483064

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh Aplikasi *Lactobacillus bulgaricus* Terhadap kemantapan Agregat Tanah Lempung Berpasir di Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang

Nama : Mabrur Ibadul Muluk

NIM : 0910483064

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama

Dr. Ir Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Mengetahui
a.n Dekan

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan:.....

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

Majelis Penguji

Penguji 1

Dr.Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Penguji 2

Prof. Dr. Ir Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Penguji 3

Dr.Ir. Sugeng Prijono, SU
NIP. 19580214 198503 1 003

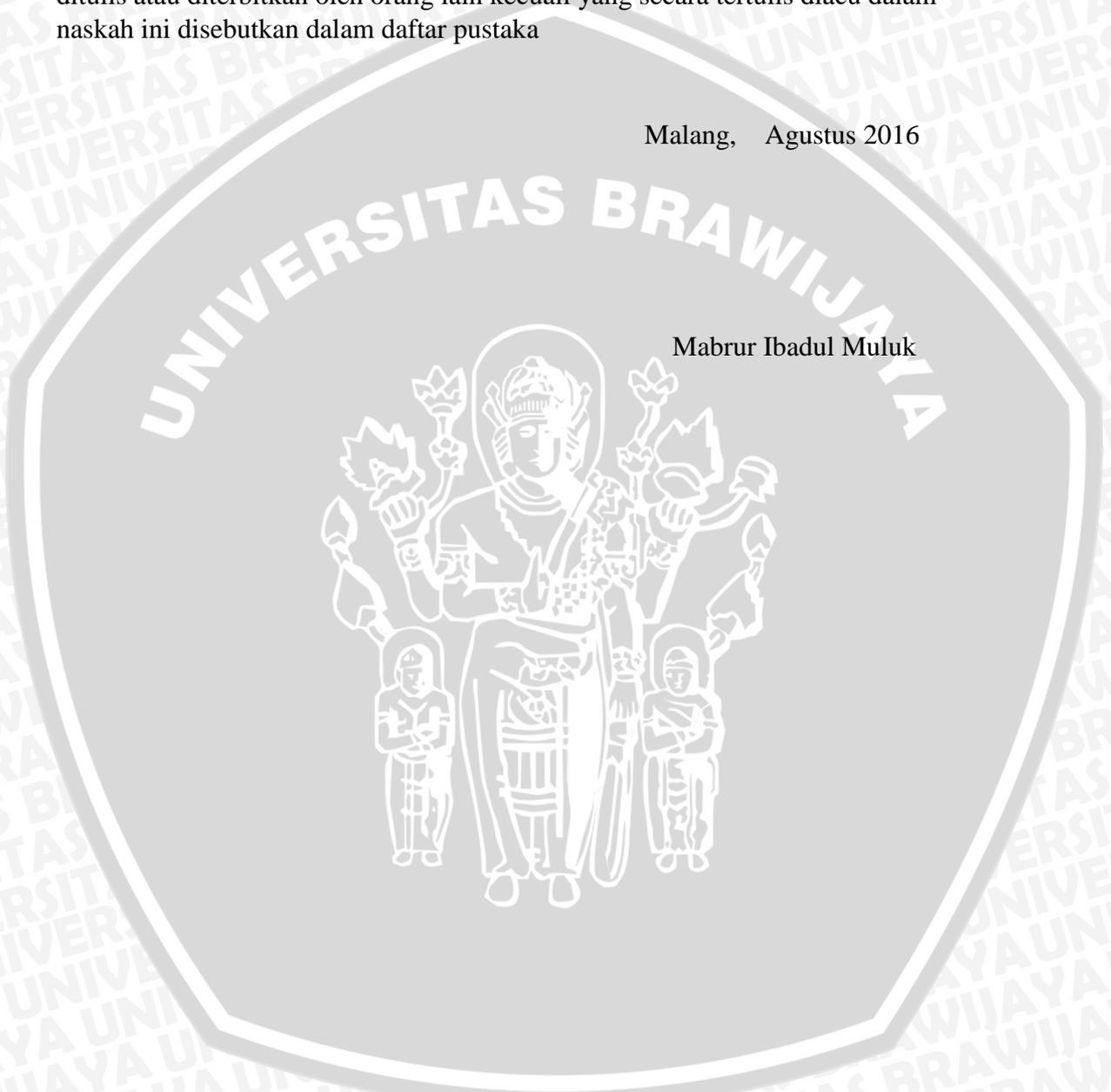
Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2016

Mabrur Ibadul Muluk



RINGKASAN

Mabrur Ibadul Muluk (0910483064). Pengaruh Aplikasi *Lactobacillus bulgaricus* Terhadap Kemantapan Agregat Tanah Lempung Berpasir Di Kecamatan Wonosari - Kabupaten Malang Dibimbing Oleh Budi prasetya.

Kelas tekstur tanah lempung berpasir merupakan salah satu tipe tanah yang mempunyai kemampuan untuk meloloskan air atau permeabilitas yang tinggi. Permasalahan yang dapat terjadi pada tanah lempung berpasir karena memiliki kepadatan (agregasi) yang rendah, dan yang lebih ekstrim adalah tanah lempung berpasir ini miskin bahan organik (C-organik <1,0%). Perlu ada perbaikan untuk mendukung fungsi tanah pertanian. Salah satu pembenah tanah yang dapat meningkatkan agregat tanah adalah bakteri penghasil eksopolisakarida *Lactobacillus bulgaricus* salah satu bakteri penghasil eksopolisakarida.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi, Biologi Tanah, Fisika Tanah, Kimia Tanah dan Mikrobiologi Universitas Brawijaya Malang, berlangsung pada bulan November 2013 sampai Januari 2014. Sampel tanah diambil di Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan (P0= 200 ml aquadest, P1=200 ml media molase, P2=100 aquadest + 100 media molases, P3=50 ml media + 150ml aquadest empat ulangan. Parameter yang diamati antara lain pengaruh media perbanyak, kemantapan agregat, N, P, K, pH dan bahan organik tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nutrient broth (NB) memberikan pengaruh yang paling baik untuk perkembangan bakteri dibandingkan dengan media yang lain (air kelapa, legen dan larutan gula). Sampai pada hari ke 7 jumlah bakteri terbanyak terdapat pada NB. Molase (179×10^8), NB (282×10^8), larutan gula (156×10^8), air kelapa (124×10^8) dan legen (94×10^8). Pemberian *Lactobacillus bulgaricus* berpengaruh nyata terhadap peningkatan agregat tanah lempung berpasir. Pada analisis awal tanah memiliki nilai DMR 0,49 mm (kurang mantap) sejalan lamanya masa inkubasi sampai 30 hari P0, P1, P2 dan P3 masing-masing mengalami peningkatan menjadi 0,58 mm (agak mantap); 0,85 mm (sangat mantap) ; 0,77 mm (mantap) dan 0,73 (mantap). *Lactobacillus bulgaricus* juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan bahan organik, P tersedia dan K tersedia. Akan tetapi bakteri ini tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan N tersedia dan pH tanah.

SUMMARY

Mabrur Ibadul Muluk (0910483064 Effect of *Lactobacillus bulgaricus* Application Against Soil Aggregates Stability of Clay Sand In District Wonosari - Malang supervisor by Budi prasetya.

Texture classes sandy clay soil type is one that has the ability to pass water or high permeability. The problems that can occur in sandy loam soil because it has a density (aggregation) is low and the more extreme is a sandy loam soil is poor in organic matter organic C < 1.0 %). There needs to be improvement to support the functions of agricultural land. One of the factors that increase soil aggregate is exopolysaccharide-producing bacteria *Lactobacillus bulgaricus* one exopolysaccharide producing bacteria.

Research conducted at the Laboratory of Bacteriology, Soil Biology, Soil Physics, Soil Chemistry and Microbiology University of Brawijaya, took place in November 2013 until January 2014. Soil samples were collected in the district of Malang Regency Wonosari. Experiments using completely randomized design with four treatments (P0 = 200 ml of distilled water, P1 = 200 ml media molasses, P2 = 100 aquadest + 100 media molasses, P3 = 50 ml media + 150ml distilled water four replications. The parameters were observed among other influences propagation medium, stability aggregate, N, P, K, pH and soil organic matter.

The results showed that the Nutrient broth (NB) influenced the most good for the development of bacteria compared with other media (coconut water, siwalan water and sugar solutions and molasses). Until the day 7 the highest amount of bacteria found in NB. Molasses (179x10⁸), NB (282x10⁸), the sugar solution (156x10⁸), coconut water (124x10⁸) and legen (94x10⁸). Giving *Lactobacillus bulgaricus* significant increase agregation of sandy clay loam soil aggregation. In a preliminary analysis of the soil has a value of 0.49 mm DMR (less stable) line length to 30-day incubation period P0, P1, P2 and P3 respectively increased to 0.58 mm (somewhat steady) ; 0.85 mm (very stable) ; 0.77 mm (steady) and 0.73 (steady). *Lactobacillus bulgaricus* also increase soil organic matter, P and K available. However, this bacterium does not significant increase to the N available and soil pH

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 13 juni 1991 di Kabupaten Lumajang putra pertama dari pasangan Bapak Edi Suprianto dengan Ibu Ika Sayekti. Pendidikan sekolah dasar diselesaikan di SDN tegalharjo IX pada tahun 2003, Pendidikan sekolah pertama diselesaikan di Madrasah Tsanawiah Negeri 1 Lumajang pada Tahun 2006 dan pendidikan sekolah menengah atas di SMKN 1 Tekung Kabupaten Lumajang pada tahun 2009, pada tahun 2009 penulis melanjutkan studi pendidikan Strata 1 (S1) di Universitas Brawijaya fakultas pertanian program studi agroekoteknologi jurusan sumber daya lahan (Tanah)



KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi *Lactobacillus bulgaricus* Terhadap Kemantapan Agregat Tanah Lempung Berpasir di Kecamatan Wonosari kabupaten Malang** “. Penelitian ini merupakan salah satu tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang setulus-tulusnya penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Budi Prasetya, MP selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun tulisan ini.
2. Bapak Kurniawan Sigit Wicaksono SP. MSc. Selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingannya dapat menyempurnakan skripsi ini.
3. Mbak Nia selaku teknisi laboratorium bakteriologi hama dan penyakit tanaman yang mau memberikan pembelajaran sewaktu saya ada di laboratorium.
4. Bapak Sarkam selaku teknisi laboratorium biologi tanah, dengan bantuan beliau penelitian ini berjalan dengan baik.
5. Cahya Alam Kusuma, sebagai partner dalam penelitian, berkat kerjasama yang baik dalam penelitian ini maka kita saling mengingatkan.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat	3
1.4. Hipotesis	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tesktur Tanah	5
2.2. Agregat Tanah	7
2.3. Total Nitrogen	8
2.4. Ketersediaan Fosfor	9
2.5. Ketersediaan Kalium	9
2.6. Derajat Keasaman	10
2.7. Penetapan C organik	10
2.8. Bakteri Asam Laktat	11
2.9. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	12
2.10. Peran Mikroorganisme terhadap agregat tanah	12
3. METODE PENELITIAN	14
3.1. Tempat Pelaksanaan Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.2.1. Alat	14
3.2.2. Bahan	15
3.3. Metode Rancangan Percobaan dan Pengamatan	15
3.3.1. Rancangan Percobaan dan Analisis Data	15
3.3.2. Screening dan Isolasi Bakteri	15
3.3.3. Teknik Pembiakan Bakteri	16
3.3.4. Identifikasi	17
3.3.5. Analisis Media Tumbuh	17
3.3.6. Analisis Kemantapan Agregat tanah	18
3.3.7. Analisis N, P, K, C organik dan pH tanah	20

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.2. HASIL	21
4.2.1. Pengaruh Media Pembawa Terhadap Jumlah Koloni Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	21
4.2.2. Uji Kemantapan Agregat Tanah dengan Penambahan Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	21
4.2.3. Total Nitrogen Tanah	22
4.2.4. Kadar Ketersediaan P Tanah	23
4.2.5. Ketersediaan Kalium Tanah	24
4.2.6. Kadar Keasaman Tanah (pH)	25
4.2.7. Bahan Organik Tanah	25
4.3. Pembahasan	26
4.3.1. Pertumbuhan bakteri pada media tumbuh	26
4.3.2. Kemantapan agregat Tanah dengan Penambahan <i>Lactobacillus</i> <i>bulgaricus</i>	27
4.4. Optimalisasi N, P, K, Bahan Organik dan Keasaman Tanah (pH) dengan Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	29
4.4.1. Total Nitrogen Tanah	29
4.4.2. Ketersediaan Fosfor Tanah	30
4.4.3. Kadar Kalium Tanah	32
4.4.4. Kadar Keasaman Tanah (pH)	33
4.4.5. Kadar Bahan C Organik Tanah	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.2. Kesimpulan	37
5.3. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42

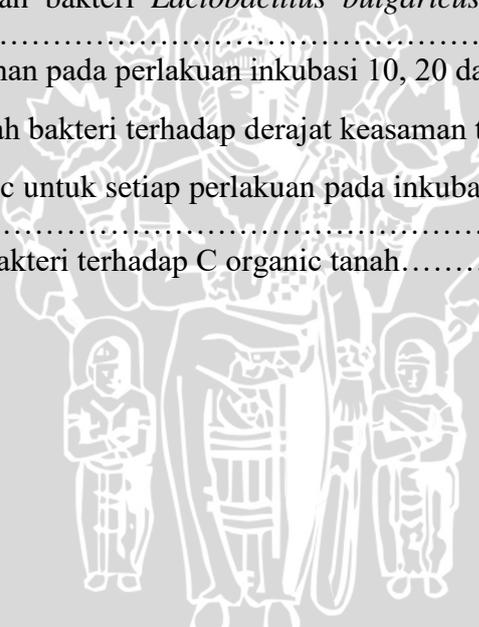
DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1	Perlakuan Media Tumbuh Bakteri.....	15
2	Metode Analisis Kimia Tanah.....	20
3	Jumlah Koloni bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> pada masing masing Media Tumbuh Inkubasi 0-7 Hari.....	21
4	Peningkatan Kemantapan Agregat (DMR) Tanah pada inkubasi 10,20 dan 30 hari setelah diinokulasikan dengan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	22
5	Kadar Nitrogen tanah setelah diinokulasikan dengan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> inkubasi selama 10,20 dan 30 hari.....	23
6	Ketersediaan fosfor tanah setelah diinokulasikan dengan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> inkubasi 10,20 dan 30 hari.....	24
7	Kadar kalium tanah setelah diinokulasikan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> inkubasi selama 10,20 dan 30 hari.....	24
8	Derajat keasaman tanah setelah diinokulasikan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> inkubasi 10,20 dan 30 hari.....	25
9	Kadar Bahan Organik tanah setelah diinokulasikan bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> inkubasi 10,20 dan 30 hari.....	26



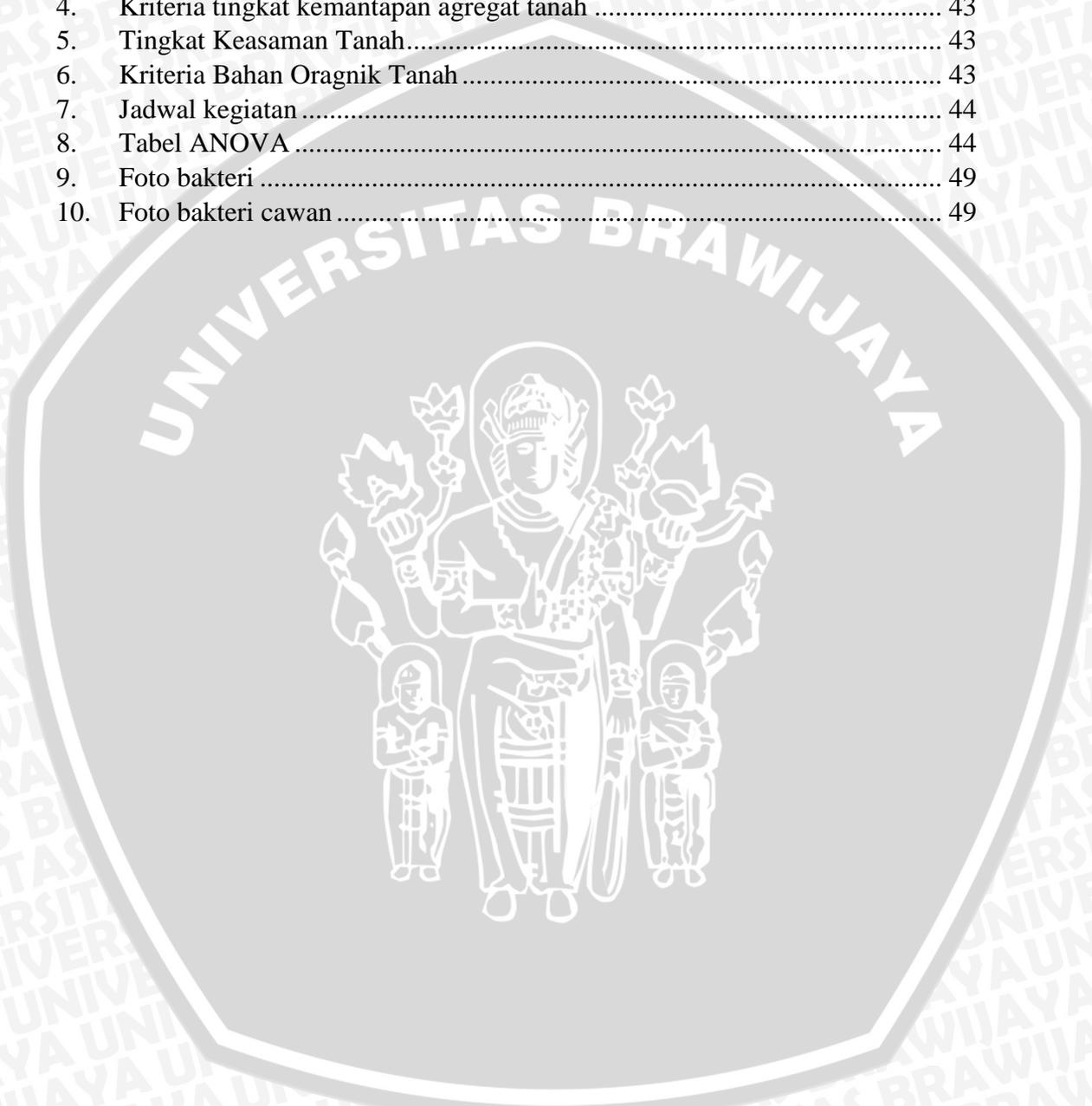
DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1	Pertumbuhan Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> pada masing masing medi tumbuh.....	27
2	Kemantapan Agregat tanah untuk setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari.....	28
3	Pengaruh jumlah bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> terhadap kemantapan agregat tanah.....	29
4	Kadar Nitrogen pada setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari.....	30
5	Ketersediaan fosfor pada setiap perlakuan pada inkubasi 10,20 dan 30 hari.....	31
6	Pengaruh jumlah bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> terhadap ketersediaan fosfos.....	32
7	Kadar kalium tanah setiap perlakuan pada inkubasi 10,20 dan 30 hari.....	32
8	Pengaruh jumlah bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i> terhadap jadar kalium.....	33
9	Derajat Keasaman pada perlakuan inkubasi 10, 20 dan 30 hari.....	34
10	Pengaruh jumlah bakteri terhadap derajat keasaman tanah.....	35
11	Kadar C organic untuk setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari.....	35
12	Peran jumlah bakteri terhadap C organic tanah.....	36



DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Hal
1.	Kriteria Sifat Fisik Tanah.....	42
2.	Analisis sampel tekstur tanah.....	42
3.	Analisis sampel dasar tanah.....	42
4.	Kriteria tingkat kemantapan agregat tanah.....	43
5.	Tingkat Keasaman Tanah.....	43
6.	Kriteria Bahan Oragnik Tanah.....	43
7.	Jadwal kegiatan.....	44
8.	Tabel ANOVA.....	44
9.	Foto bakteri.....	49
10.	Foto bakteri cawan.....	49



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah lempung berpasir merupakan salah satu tipe tanah yang mempunyai kemampuan untuk meloloskan air atau permeabilitas yang tinggi. Permasalahan yang dapat terjadi pada tanah lempung berpasir karena memiliki kepadatan (agregasi) yang rendah, dan yang lebih ekstrim adalah tanah lempung berpasir ini miskin bahan organik (C-organik <1,0%) (Lolita & Sukartono, 2007); (Suwardji, Suardiari, & G, 2007). Salah satu sifat fisik tanah lainnya yang penting adalah stabilitas agregat tanah yang berperan penting mempengaruhi fungsi tanah dalam menyediakan air, udara dan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Suwardji dan Eberbach, 1998). Tanah dengan kemantapan agregat yang lemah dan miskin bahan organik memiliki kemampuan retensi air dan hara rendah sehingga kondisi fisik seperti ini menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan (Suwardji, Suardiari, & G, 2007). Agregasi tanah dihasilkan dari penyusunan partikel, flokulasi, dan sementasi yang diperantai oleh bahan organik tanah, biota tanah, jembatan ionik, liat, dan karbonat. Struktur tanah yang baik memiliki kemantapan agregat yang diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, produktivitas tanaman, porositas, dan menurunkan tingkat erosi tanah. Konsep dasar dari agregasi adalah pembentukan partikel sekunder melalui penggabungan partikel mineral dengan bahan organik dan anorganik. Dinamika agregasi sangat kompleks dan dipengaruhi oleh interaksi beberapa faktor seperti lingkungan, pengolahan tanah, tanaman, komposisi mineral, tekstur, konsentrasi karbon organik tanah, proses pedogenesis, aktifitas mikroorganisme tanah, ion ion yang dapat dipertukarkan, cadangan nutrisi di dalam tanah, dan kelembapan (Bronick & Lal, 2005).

Peran mikroorganisme tanah dalam pembentukan, kemampuan, dan juga degradasi agregat telah diteliti (Drazkiewich, 1994). Akumulasi sel dan pembentukan koloni bakteri yang terlapisi butir partikel primer dan sekunder (agregat) memiliki pengaruh penting dalam struktur tanah (Tisdall, 1994). Mekanisme yang terjadi adalah dalam kondisi alami, bakteri tanah menghasilkan senyawa organik berupa eksopolisakarida (EPS). Eksopolisakarida bakteri dapat

berinteraksi dengan partikel tanah melalui pembentukan jembatan polimer sehingga memiliki peran dalam pembentukan mikroagregat dan yang lebih utama adalah kemampuan eksopolisakarida tersebut dalam memantapkan agregat tanah. Eksopolisakarida (EPS) terdiri dari monosakarida dan beberapa bahan non karbohidrat seperti asetat, piruvat, dan fosfat. Struktur dan komposisi eksopolisakarida (EPS) yang dihasilkan oleh bakteri tergantung pada beberapa faktor lingkungan seperti medium, sumber karbon dan nitrogen, system fisiologi bakteri (aerobic atau anaerobik), dan kondisi fermentasi (pH, temperature, konsentrasi oksigen). Pada umumnya eksopolisakarida dapat diperoleh secara optimum pada pH 7, temperature 30-37°C dengan menggunakan sukrosa atau glukosa sebagai sumber - sumber karbon (Bueno & Gracia-Cruz, 2006). Bakteri memiliki sel yang sangat kecil berkisar 0.5-2 μm , sehingga dapat tumbuh dan berkembang di dalam mikroagregat yang berukuran $< 250 \mu\text{m}$. Keragaman jenis bakteri penghasil eksopolisakarida di dalam tanah sangat tinggi oleh karena itu dapat digunakan sebagai agen pembentuk agregat tanah. Bakteri gram negatif penghasil eksopolisakarida lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan gram positif. Kelompok gram negatif meliputi *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arcobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*. Sementara untuk bakteri gram positif yang telah dilaporkan adalah *Leuconostoc mesenteroides* dan bakteri pendegrasi selulosa *Cellulomonas flavigena* (Ivanov & Chu, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mendapatkan isolat murni bakteri. Bahan yang digunakan dalam screening adalah terasi, menurut Paderson (1971), mikroba yang berperan dalam fermentasi terasi adalah bakteri asam laktat, khamir, dan jamur. *Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri asam laktat yang berperan dalam fermentasi terasi. Terasi dipilih sebagai bahan untuk screening bakteri karena terasi merupakan bahan makanan dari bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat ini mempunyai kelebihan dalam menekan pertumbuhan patogen, peranan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* akuakultur terutama adalah menekan pertumbuhan bakteri patogen, ekstrak bebas sel dari empat strain bakteri asam laktat (*L. acidophilus*, *Streptococcus cremoris*, *L bulgaricus*-56 dan *L bulgaricus* 57) menekan pertumbuhan *V. alginolyticus* secara in vitro dan secara in vivo pada

undang *panaecus indicus* (Ajitha, Sridhar, Srichar, Singh, & varghese, 2004). Setelah *Lactobasillus* sp diisolasi dan diidentifikasi, kemudian dilakukan uji dengan menggunakan beberapa media tumbuh, yaitu larutan gula, legen, kelapa muda, dan larutan molase. Pemilihan media tumbuh ini dimaksudkan untuk mendapatkan kandungan C atau kadar gula, kandungan C atau kadar gula tersebut berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri. Selain sebagai media tumbuh, juga untuk mencari media pengganti dari media NA (nutrien agar), media yang digunakan dalam perkembangbiakan bakteri menggunakan media NA yang masih tergolong mahal, sehingga dibutuhkan media pengganti media yang lebih mudah dan murah didapatkan. Tujuan dilakukannya uji agregat ini untuk menguji pengaruh pengaplikasian bakteri *Lactobacillus* terhadap agregat tanah.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan media yang terbaik selain Nutrient Broth (NB).
2. Mengetahui peran bakteri *Lactobacillus bulgaricus* terhadap peningkatan kemantapan agregat tanah lempung berpasir.
3. Mengetahui pengaruh bakteri *Lactobacillus bulgaricus* terhadap ketersediaan N, P, K, C Organik dan perubahan pH pada tanah lempung berpasir.

1.3. Manfaat

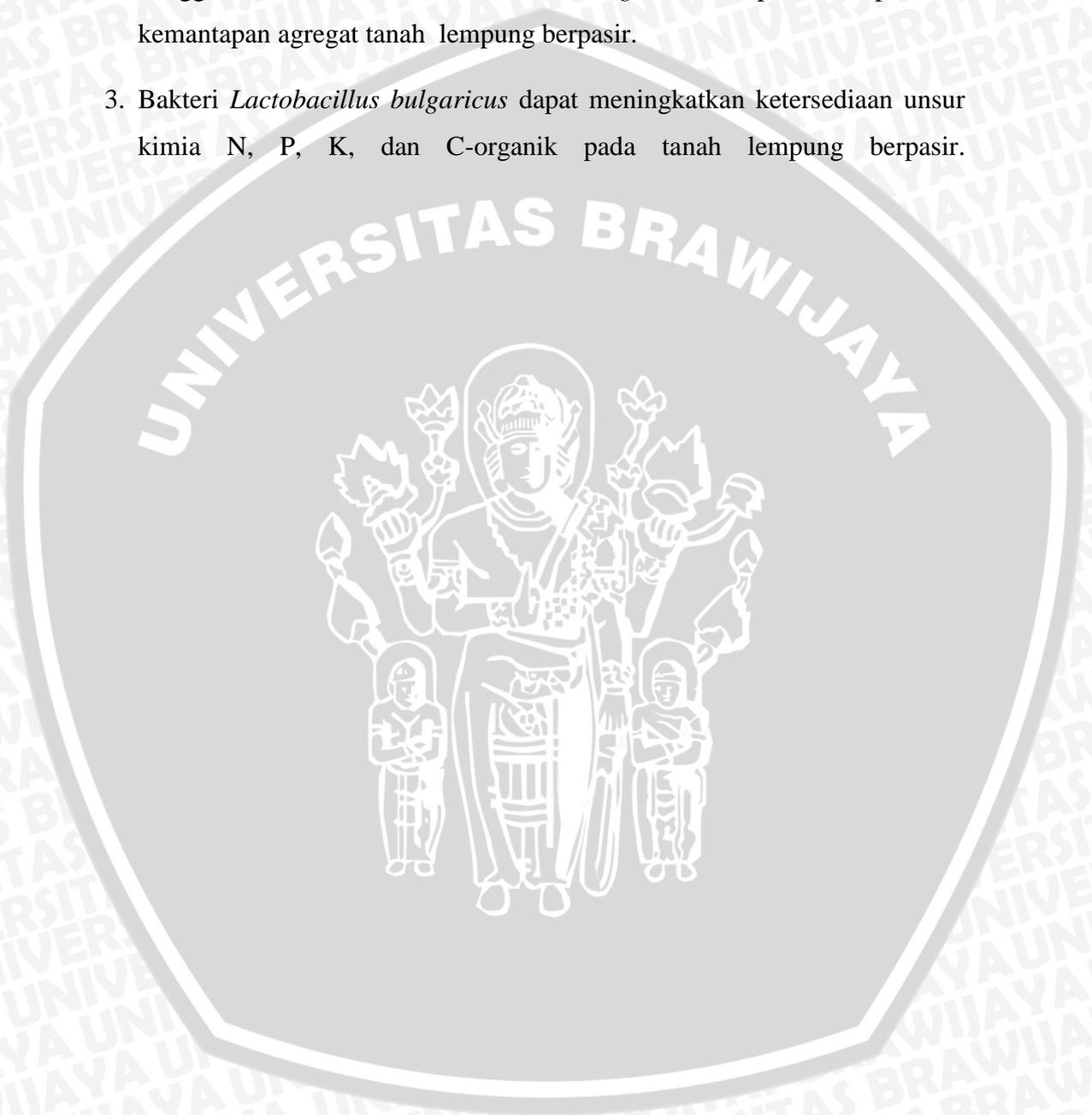
Penelitian ini bermanfaat untuk :

1. Dengan menggunakan media tumbuh diharap mendapatkan media yang baik selain media nutrien broth (NB).
2. Pemberian eksopolisakarida yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah lempung berpasir
3. *Lactobacillus bulgaricus* dapat mempengaruhi sifat N, P, K, C organic dan pH pada tanah lempung berpasir.

1.4. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini :

1. Molasses adalah media terbaik pada media tumbuh bakteri.
2. Penggunaan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dapat memperbaiki kemantapan agregat tanah lempung berpasir.
3. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dapat meningkatkan ketersediaan unsur kimia N, P, K, dan C-organik pada tanah lempung berpasir.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tesktur Tanah

Sifat-sifat fisik tanah banyak bersangkutan dengan kesesuaian tanah untuk berbagai penggunaan. Kekuatan dan daya dukung, kemampuan tanah menyimpan air, drainase, penetrasi, akar tanaman, tata udara, dan pengikatan unsur hara, semuanya sangat erat kaitannya dengan sifat fisik tanah (Lal, 1979). Karakteristik tekstur tanah terdiri atas fraksi pasir, fraksi debu dan fraksi liat. Suatu tanah disebut bertekstur pasir apabila mengandung minimal 85% pasir, bertekstur debu apabila berkadar minimal 80% debu dan bertekstur liat apabila berkadar minimal 40% liat (Hanafiah & Ali, 2005). Berdasarkan kelas teksturnya maka tanah dapat digolongkan menjadi tanah bertekstur kasar atau tanah berpasir berarti tanah yang mengandung minimal 70% pasir atau pasir berlempung. Tanah bertekstur halus atau tanah berliat berarti tanah yang mengandung minimal 37,5% liat atau bertekstur liat, liat berdebu atau liat berpasir (Nyakpa, et al., 1988). Tanah bertekstur sedang atau tanah berlempung terdiri dari tanah bertekstur sedang tetapi agak kasar meliputi tanah yang bertekstur lempung berpasir atau lempung berpasir halus. Tanah bertekstur sedang meliputi yang bertekstur lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung berdebu atau debu. Tanah bertekstur sedang tetapi agak halus mencakup lempung liat, lempung liat berpasir atau lempung liat berdebu (Hakim, 1986).

Dalam penetapan tekstur tanah ada tiga jenis metode yang biasa digunakan yaitu metode feeling yang dilakukan berdasarkan kepekaan indra perasa (kulit jari jempol dan telunjuk), metode pipet atau biasa disebut dengan metode kurang teliti dan metode hydrometer atau disebut dengan metode lebih teliti yang didasarkan pada perbedaan kecepatan jatuhnya partikel-partikel tanah di dalam air dengan asumsi bahwa kecepatan jatuhnya partikel yang berkepadatan sama dalam suatu larutan akan meningkat secara linear apabila radius partikel bertambah secara kuadrat (Harjadowigeno, 1995).

Tanah bertekstur kasar, tanpa rasa licin dan tanpa rasa lengket sera tidak bisa membentuk gulungan atau lempengan continue sebaliknya jika partikel tanah

terasa halus lengket dan dapat dibuat gulungan maka berarti tanah bertekstur liat. Tanah bertekstur debu akan mempunyai partikel-partikel yang terasa agak halus dan licin tetapi tidak lengket serta gulungan yang terbentuk rapuh dan mudah hancur. Tanah bertekstur lempung akan mempunyai partikel-partikel yang mempunyai jenis ketiganya secara proporsional, apabila yang terasa lebih dominan adalah sifat pasir maka berarti tanah bertekstur lempung berpasir dan seterusnya (Buckman & Brady, 1992).

Pembagian tekstur berdasarkan kelas tekstur ada 12, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh, (Hanafiah & Ali, 2005).

1. Pasir (sandy) => Pasir mempunyai ukuran $>2\text{mm}$ dan bersifat kasar dan tidak lekat. Pasir mengikat sedikit air karena pori-porinya besar sehingga banyak air yang keluar dari tanah akibat gaya gravitasi.
2. Pasir berlempung (loam sandy) => Tanah pasir berlempung ini memiliki tekstur yang kasar. Pasir berlempung ini akan membentuk bola yang mudah hancur karena daya ikat pada partikel-partikel di pasir berlempung tidak kuat. Dan juga akan sedikit sekali lengket karena memang kandungan lempungnya yang sedikit.
3. Lempung berpasir (Sandy loam) => Rasa kasar pada tanah lempung berpasir akan terasa agak jelas dan juga akan membentuk bola yang agak keras tetapi akan mudah hancur.
4. Lempung (Loam) => Lempung tidak terasa kasar dan juga tidak terasa licin. Dapat membentuk bola yang agak teguh dan dapat sedikit digulung dengan permukaan yang mengkilat. Selain itu, lempung juga dapat melekat.
5. Lempung liat berpasir (Sandy-clay-loam) => Lempung liat berpasir terasa agak jelas. Dapat membentuk bola agak teguh bila kering dan juga dapat membentuk gulungan jika dipilin dan gulungan akan mudah hancur serta dapat melekat.
6. Lempung liat berdebu (sandy-silt-loam) => Lempung liat berdebu memiliki rasa licin yang jelas. Dapat membentuk bola teguh dan gulungan yang mengkilat serta dapat melekat.
7. Lempung berliat (clay loam) => Lempung berliat akan terasa agak kasar. Dapat membentuk bola agak teguh bila kering dan membentuk gumpalan bila dipilin tetapi pilinan mudah hancur. Daya lekatnya sedang

8. Lempung berdebu (Silty Loam) => Lempung berdebu akan terasa agak licin. Dapat membentuk bola yang agak teguh dan dapat melekat
9. Debu (Silt) => Debu akan terasa licin sekali. Dapat membentuk bola yang teguh dan dapat sedikit digulung dengan permukaan yang mengkilap serta terasa agak lekat.
10. Liat berpasir (Sandy-clay) => Liat berpasir akan terasa licin tetapi agak kasar. Dapat membentuk bola dalam keadaan kering. Akan sukar untuk dipijit tetapi mudah digulung serta memiliki daya lekat yang tinggi (melekat sekali).
11. Liat berdebu (Silty-clay) => Liat berdebu akan terasa agak licin. Dapat membentuk bola dalam keadaan kering. Akan sukar dipijit tetapi mudah digulung serta memiliki daya lekat yang tinggi (melekat sekali).
12. Liat (clay) => Liat akan terasa berat, dapat membentuk bola yang baik. Serta memiliki daya lekat yang tinggi (melekat sekali).

2.2. Agregat Tanah

Kemampuan agregat tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk bertahan terhadap gaya-gaya merusak, Gaya-gaya tersebut dapat berupa kikisan angin, pukulan hujan, daya urai air, pengairan, dan beban pengolahan tanah. Agregat tanah terbentuk dari hasil pengelompokan sejumlah butir-butir primer tanah tersusun secara hirarki. Susunan hirarki ini penting di dalam menjelaskan stabilitas agregat. Bila terjadi dispersi, maka yang terpengaruh adalah susunan hirarki yang paling bawah (partikel liat), sehingga seluruh agregat akan hancur. Tetapi, bila penghancuran agregat pada susunan hirarki bagian atas (misalnya, karena pengaruh pengolahan tanah dan slaking) (Amezketta, Arangues, Carannza, & Urgel, 2003).

Stevenson (1982) menyebutkan beberapa hal yang mempengaruhi terbentuknya agregat yang stabil, yaitu: (i) jenis dan jumlah bahan organik dalam tanah, khususnya gums dan mucilages, (ii) keberadaan hipa fungi dan akar-akar tanaman mikroskopik, (iii) pembasahan dan pengeringan, (iv) pembekuan dan pencairan, (v) ciri/sifat-sifat dari kation pada tempat pertukaran, dan (vi) aksi dari penggalian hewan tanah, khususnya cacing tanah.

Marshall dan Holmes (1997) merinci dua faktor utama dalam pembentukan agregat, yaitu agen biologis (mycellium dan cendawan) dan agen fisika. Akar

tanaman sebagai agen biologis mempunyai pengaruh yang besar terhadap kestabilan agregat, dimana hasil dekomposisi akar tanaman dan bahan organik oleh mikroorganisme dapat bertindak sebagai pengikat agregat. Selain itu, aktivitas cacing tanah dapat juga menghasilkan kondisi struktur tanah yang lebih stabil. Selanjutnya, agen fisika berfungsi jika terjadi retakan pada agregat pada permukaan tanah. Bila terjadi aliran permukaan pada retakan agregat, maka liat dan material lain dapat Urutan hirarki meningkat diendapkan diselah retakan tersebut. Proses ini dapat menciptakan kondisi struktur tanah yang stabil jika terjadi secara terus menerus.

2.3. Total Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara utama dalam tanah yang sangat berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu dan hasil tanaman menurun karena pembentukan klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintesis terganggu (Hakim, 1986).

Menurut Trautmann et al. (2007) senyawa Nitrogen di dalam tanah terdapat dalam 2 bentuk. Yang pertama adalah Nitrogen organik seperti protein, asam amino, urea. Sedangkan Nitrogen anorganik termasuk di dalamnya ammonium (NH_4^+), gas ammonia (NH_3^+), nitrit (NO_2^-), dan nitrat (NO_3^-). Dari kedua bentuk senyawa Nitrogen tersebut ada yang larut dalam air dan ada yang tidak, ada yang bersifat mobile dan ada yang bersifat immobile, dan ada yang dapat diserap langsung oleh tanaman dan ada yang tidak. Nitrogen di dalam tanah sendiri terbentuk secara kontinyu melalui reaksi fisika, kimia dan biologi yang kompleks dan biasa disebut daur Nitrogen.

Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) atau NH_4^+ (ammonium). Jumlahnya tergantung kondisi tanah, nitrat lebih banyak terbentuk jika tanah hangat, lembab, dan aerasi baik. Penyerapan nitrat lebih banyak pada pH rendah sedangkan ammonium pada pH netral. Senyawa nitrat umumnya bergerak menuju akar karena aliran massa, sedangkan senyawa ammonium karena bersifat tidak mobil sehingga selain melalui aliran massa juga melalui difusi (Roesmarkam & Yuwono, 2002).

2.4. Ketersediaan Fosfor

Fosfor merupakan salah satu nutrisi utama yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Fosfor tidak terdapat secara bebas di alam. Fosfor ditemukan sebagai fosfat dalam beberapa mineral, tanaman dan merupakan unsur pokok dari protoplasma. Fosfor terdapat dalam air sebagai ortofosfat. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral-mineral dan biji-bijian (Bausch, 1974).

Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer H_2PO_4^- atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah (Engelstad, 1997). Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman (Hanafiah & Ali, 2005).

2.5. Ketersediaan Kalium

Kalium (K) merupakan hara utama ketiga setelah N dan P, Kalium mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion K^+ . Kalium tergolong unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, dalam jaringan tanaman, maupun dalam xylem dan floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma, garam kalium berperan dalam tekanan osmoses sel. Dalam kisaran konsentrasi K relatif sempit, yaitu 100 – 200 mM dan dalam kloroplas lebih bervariasi, yaitu 20 – 200 mM. peranan K dalam mengatur turgor sel diduga berkaitan dengan konsentrasi K dalam vakuola.

Kalium dalam sitoplasma dan kloroplas diperlukan untuk menetralkan larutan sehingga mempunyai pH 7 – 8. Pada lingkungan pH tersebut terjadi proses reaksi yang optimum untuk hampir semua enzim yang ada dalam tanaman. Bila pH turun dari 7,7 menjadi 6,5 maka aktivitas nitrat reduktase hampir berhenti. Menurut Marchner (1986), kalium berperan terhadap lebih dari 50 enzim baik secara langsung maupun tidak langsung.

2.6. Derajat Keasaman

Nilai pH tanah tidak sekedar menunjukkan suatu tanah asam atau alkali, tetapi juga memberikan informasi tentang sifat-sifat tanah yang lain, seperti ketersediaan fosfor, status kation-kation basa, status kation atau unsur racun, dsb. Kebanyakan tanah-tanah pertanian memiliki pH 4 sangat asam hingga 8 alkali sedang (Tabel 1). Tanah yang lebih asam biasanya ditemukan pada jenis tanah gambut dan tanah yang tinggi kandungan aluminium atau belerang. Sementara tanah yang basa ditemukan pada tanah yang tinggi kapur dan tanah yang berada di daerah arid dan di kawasan pantai. pH tanah merupakan suatu ukuran intensitas keasaman, bukan ukuran total asam yang ada di tanah tersebut. Pada tanah-tanah tertentu, seperti tanah liat berat, gambut yang mampu menahan perubahan pH atau keasaman yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berpasir (Mukhlis, 2007).

2.7. Penetapan C organik

Karbon organik terkandung di dalam fraksi tanah organik, terdiri dari selsel mikroorganisme, tanaman dan sisa-sisa hewan pada beberapa tahap dekomposisi, humus dan yang tertinggi senyawa karbon terdapat di arang, grafit dan batubara. C-organik di dalam tanah mungkin dapat diperkirakan dengan perbedaan diantara C-total dan C-inorganik. C-organik dapat ditetapkan langsung pada prosedur C-total setelah pemisahan C-inorganik atau pada tehnik aliran oksidasi titrasi dikromat. Prosedur meliputi analisis C-total, biasanya meliputi semua bentuk C-organik di dalam tanah, sedangkan prosedur oksidasi dikromat meliputi perubahan bagian elemental C, dan dalam beberapa prosedur, melihat perubahan jumlah C-organik yang terkandung di dalam humus (Nelson & L, 1982).

Metode yang biasa dipakai untuk penentuan C-Organik adalah metode Walkley and Black. Metode ini dipakai karena dianggap sederhana, cepat, mudah dikerjakan dan membutuhkan sedikit peralatan. Tetapi bagaimanapun metode aliran $K_2Cr_2O_7$ (metode Walkley and Black) memiliki beberapa kelemahan, yaitu adanya gangguan unsur tanah lain seperti Cl^- , Fe^{2+} , dan MnO_2 (Nelson & L, 1982). Analisis kandungan C-organik tanah untuk melihat sifat tanah secara lebih rinci tentunya membutuhkan biaya yang lebih besar dan resiko yang lebih tinggi, mengingat mahal dan berbahayanya kalium dichromat ($K_2Cr_2O_7$).

2.8. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat adalah bakteri yang memproduksi asam laktat, termasuk golongan bakteri Gram positif, tidak membentuk spora, sel berbentuk batang atau bulat, baik tunggal, berpasangan atau berantai, kadang-kadang berbentuk tetrad. Bakteri asam laktat tidak motil atau sedikit motil, bersifat mikroaerofilik sampai anaerob, bersifat kemoorganotropik dan kompleks, serta bersifat mesofilik atau menyukai suhu 10-40 °C (Stamer, 1980). Bakteri asam laktat merupakan sebutan umum untuk bakteri yang memfermentasi gula seperti laktosa atau glukosa untuk menghasilkan sejumlah besar asam laktat. Bakteri asam laktat mempunyai enzim-enzim β -galaktosidase dan laktat dehidrogenase (Surono, 2004). Laktosa akan masuk ke dalam sel bakteri asam laktat melalui permease, kemudian β -galaktosidase akan memutus ikatan glikosida pada laktosa sehingga akan menghasilkan glukosa dan galaktosa (Marshall & Tamimme, 1997).

Bakteri asam laktat mempunyai 4 genus yaitu *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, dan *Pediococcus*. Secara fisiologis dan berdasarkan metabolismenya, bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif (Surono, 2004). Bakteri asam laktat homofermentatif melibatkan jalur Embden Meyernof, yaitu glikolisis, menghasilkan asam laktat, 2 mol ATP dari 1 molekul glukosa atau heksosa dalam kondisi normal, tidak menghasilkan CO₂ dan menghasilkan biomassa sel dua kali lebih banyak dari bakteri asam laktat heterofermentatif. Bakteri heterofermentatif melalui jalur 6-fosfoglukonat atau fosfoketolase selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan etanol, CO₂, asam asetat, senyawa citarasa, dan manitol serta 1 mol ATP dari heksosa dan tidak mempunyai enzim aldolase (Jay, 2000).

Morfologi *Lactobacillus bulgaricus* berbentuk batang pendek dan tidak berspora, tidak berflagel, dan termasuk dalam gram positif, morfologi koloni pada media agar darah, bentuk koloni bulat kecil, berwarna putih susu, cembung tepi rata, permukaan mengkilap, Sifat fisiologi bersifat anaerob fakultatif dengan suhu optimal 45 °C, dapat mereduksi nitrat menjadi nitrit, dapat memfermentasi glukosa, laktosa dan sakrosa, dan tidak memiliki enzim katalase.

2.9. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus merupakan bakteri Gram positif, anaerob fakultatif, homofermentatif, berbentuk batang, tidak berspora dan bersifat katalase negatif. Golongan bakteri heterofermentatif menghasilkan sekitar 90% asam laktat dengan cara mengubah heksosa menjadi asam laktat. *Lactobacillus bulgaricus* bersifat toleran terhadap asam, dapat melakukan metabolisme terhadap laktosa, fruktosa, glukosa, dan beberapa strain tertentu dapat melakukan metabolisme galaktosa. *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asetaldehid, aseton, asetonin dan diasetil dalam jumlah yang cukup rendah. *Lactobacillus bulgaricus* membebaskan asam-asam amino antara lain valin, glisin dan histidin (Buckle, Hari, & Adiono, 1987)

Lactobacillus bulgaricus merupakan bakteri asam laktat berbentuk batang dan koloninya berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya yang bersifat homofermentatif. Bakteri ini termasuk bakteri Gram positif, lebih tahan terhadap asam dibanding dengan *Streptococcus* ataupun *Pediococcus*, oleh karena itu lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat (Buckle, Hari, & Adiono, 1987). Bakteri ini bersifat anaerob, katalase negatif, tidak membentuk spora, dan suhu optimal untuk pertumbuhannya adalah 40 – 45 0C (Suroño, 2004). *L. bulgaricus* tumbuh optimum pada pH 5.5 - 5.8 (Hutkins & Nannem, 1998).

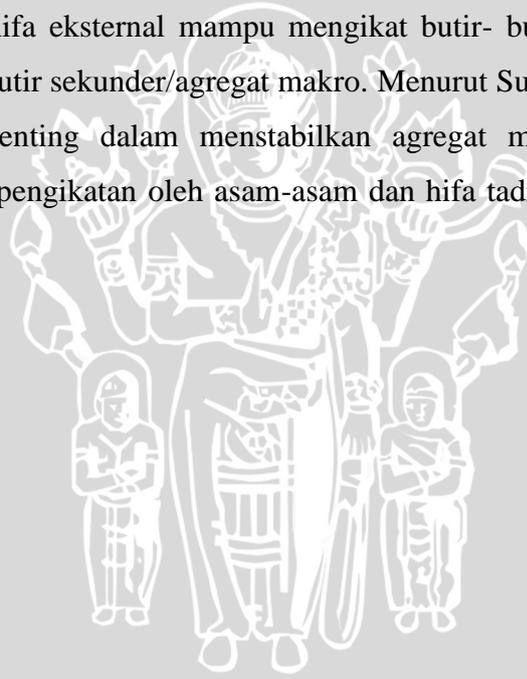
2.10. Peran Mikroorganisme terhadap agregat tanah

Mikroorganisme tanah mengikat agregat dengan mekanisme yang rumit, seperti penyerapan, pembungkusan, dan penjeratan mekanis, perekatan oleh bahan ekskresi musilagenus. Di antara banyak yang dihasil oleh mikrobia yang mampu mengikat agregat tanah, yang terkenal adalah polisakarida, hemiselulosa atau uronid, levans, serta berbagai polimer-polimer alami lainnya. Bahan-bahan seperti ini tertahan pada permukaan lempung dengan dengan cara jembatan kation, ikatan hidrogen, gaya-gaya van der waals, dan mekanisme penyerapan anion.

Eksopolisakarida merupakan senyawa yang dapat memperbaiki agregasi tanah, pernyataan ini didukung oleh (Burdman et al., 2000) mengatakan bahwa *Azospirillum brasilense* menghasilkan eksopolisakarida dalam bentuk arabinosa

yang berkorelasi dengan tingkat kemampuannya membentuk agregat. *Lactobacillus bulgaricus* adalah salah satu BAL yang digunakan stater kultur untuk susu fermentasi, berpotensi sebagai antikolesterol yang diduga karena adanya EPS (Eksopolisakarida) yang di produksinya (Buckle, Hari, & Adiono, 1987).

Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan senyawa organik berupa eksopolisakarida yang terbentuk dari asam laktat. Eksopolisakarida bakteri dapat berinteraksi dengan partikel tanah melalui pembentukan jembatan polimer sehingga memiliki peran dalam pembentukan mikroagregat dan yang lebih utama adalah kemampuan eksopolisakarida tersebut dalam memantapkan agregat tanah. Sekresi dari senyawa-senyawa polisakarida, asam organik dan lendir yang diproduksi oleh hifa-hifa eksternal mampu mengikat butir-butir primer/agregat mikro tanah menjadi butir sekunder/agregat makro. Menurut Subiksa (2002) Agen organik ini sangat penting dalam menstabilkan agregat mikro dan melalui kekuatan perekat dan pengikatan oleh asam-asam dan hifa tadi akan membentuk agergat.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Pelaksanaan Penelitian

Analisis laboratorium dilaksanakan di laboratorium, biologi, Fisika, Kimia Jurusan Tanah dan di laboratorium bakteriologi HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri yang berfungsi sebagai tempat media dan tempat berkembangnya isolat. Autoclaf adalah tempat untuk sterilisasi alat dan bahan, tabung reaksi berfungsi sebagai pengenceran bakteri, bunsen berfungsi sebagai memanaskan alat agar tetap steril, mikroskop berfungsi untuk mengamati bakteri yang telah di inokulasi pada cawan petri, LAF (laminar air flow) berfungsi untuk preparasi bahan-bahan mikrobiologi agar tidak terkontaminasi oleh udara luar, alat ini juga dilengkapi dengan lampu UV yang dapat mematikan bakteri dalam ruangan laminar, kompor listrik berfungsi untuk mencairkan media agar, selain itu berfungsi untuk membuat media dengan cara memanaskan larutan NA dan aquades agar homogen, mikro pipet berfungsi untuk memindahkan media berupa cairan dengan volume dibawah 1 ml, cawan petri tempat perkembangan bakteri, tabung reaksi berfungsi sebagai pengenceran bakteri, gelas ukur untuk mengukur volume air yang akan digunakan, alumunium foil untuk menjaga alat agar tahan terhadap panas pada waktu dilakukan sterilisasi, Erlenmeyer untuk tempat mencampur bahan, ose berfungsi untuk mengambil bakteri dari media agar (NA), wrap melapisi cawan petri yang terisi bakteri agar, ayakan untuk memisahkan fraksi tanah, mortar menumbuk tanah yang belum terlewatkan pada ayakan, cawan nikel berfungsi sebagai tempat tanah untuk menguji saat uji tanah, timbangan mengukur berat tanah, polybag sebagai tempat tanah saat di uji.

3.2.2. Bahan

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquades steril yang digunakan untuk bahan yang dicampur dengan media tumbuh bakteri yakni NA (Nutrient Agar), NA adalah medium pertumbuhan mikrobiologi umum digunakan untuk budidaya rutin non-pemilih bakteri. NA sendiri terdiri dari komposisi 10 g ekstrak beef, 10 g pepton, 5 g NaCl. Alkohol digunakan untuk mensterilkan, Alkohol ini digunakan pada waktu akan melakukan kegiatan aseptik, Nutrient Broth (NB) digunakan untuk perbanyak bakteri dalam bentuk cair, aquadest sebagai pelarut bahan, media tumbuh meliputi molasses, larutan gula, air kelapa, legen sebagai bahan dalam uji media, tanah digunakan untuk pengujian agregat tanah, dan air digunakan untuk uji agregat tanah.

3.3. Metode Rancangan Percobaan dan Pengamatan

3.3.1. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian yang dilakukan pada laboratorium biologi tanah pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan (Tabel 1) dan 4 kali ulangan. Analisis data menggunakan uji F, apabila terjadi perbedaan nyata pada perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5%.

Tabel 1 Perlakuan Media Tumbuh Bakteri

Perlakuan	Volume (ml)	Keterangan	Σ Bakteri (CFU)	Satuan Bakteri
P0	200	Kontrol	0	
P1	200	Molasses	$3,75 \times 10^6$	100%
P2	100+100	Molasses+Aquadest	$2,13 \times 10^5$	50%
P3	50+150	Molasses+Aquadest	$2,43 \times 10^4$	25%

Ket *) 100% bakteri dalam media dengan kepadatan $3,75 \times 10^6$ CFU, 50% bakteri dalam media dengan kepadatan $2,13 \times 10^5$ CFU, 25% bakteri dalam media dengan kepadatan $2,43 \times 10^4$ CFU

3.3.2. Screening dan Isolasi Bakteri

Terasi adalah bahan yang digunakan untuk mencari bakteri yang akan dikembangkan pada media tumbuh, pemilihan terasi karena terasi merupakan hasil fermentasi bakteri, sehingga kemungkinan besar bakteri yang didapat bukan dari bakteri pathogen.

Terasi diambil sebanyak 1g, lalu terasi dilarutkan dalam 9 ml air steril larutan induk. Lalu dari larutan induk ini diambil sebanyak 1 ml dengan menggunakan mikropipet dan dipindah ke tabung reaksi lainya yang telah diisi 9 ml air steril pengenceran pertama (10^{-1}), Pengenceran terus dilakukan sampai ke pengenceran keenam (10^{-6}). Dari pengenceran keenam ini diambil 0.1 ml atau 100 mikrolit dan dimasukkan kedalam cawan petri yang telah diisi dengan media NA, kemudian disebar rata dengan menggunakan spatula steril. Selanjutnya cawan dimasukkan kedalam plastik posisi terbalik, dan disimpan dalam inkubator selama semalam pada suhu 37°C (Sastrahidayat, 2011)

Setelah dibiarkan selama semalaman, pertumbuhan mikroba dalam terasi yang telah diisolasi kedalam cawan diamati. Karena mikroba yang tumbuh didalam cawan tersebut masih heterogen, maka dimurnikan dengan cara memindah masing-masing koloni mikroba yang berbeda kedalam media agar miring yang telah disediakan sebelumnya. Caranya, yaitu dengan mengambil sebanyak 1 ose biakan dari cawan lalu dipindahkan ke agar miring dengan gerakan zig-zag dari arah pangkal agar miring hingga ke ujung. Pemindahan ini dilakukan secara aseptik dan disesuaikan dengan media tempat tumbuhnya. Misalnya jika dari cawan NA maka dipindahkannya juga ke agar miring NA (Sastrahidayat, 2011).

3.3.3. Teknik Pembiakan Bakteri

Cara yang dilakukan untuk mengisolasi bakteri sebagai berikut (Sastrahidayat, 2011) :

- Satu ose suspensi bakteri digoreskan pada media uji dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam.
- Isolasi dilakukan didalam laminar air flow untuk menjaga agar tetap steril.
- Bakteri yang didapat pada terasi tersebut diinokulasi pada cawan petri yang sudah terisi NA dengan metode cawan gores.
- Bakteri diambil dengan menggunakan ose yang sudah dibakar (untuk menjaga kesterilan ose) kemudian digoreskan pada media NA, setelah itu cawan petri ditutup kembali dan dilapisi dengan wrap untuk menjaga agar tidak kontaminasi.

e) Inkubasi selama 24 jam.

3.3.4. Identifikasi

Identifikasi bakteri dilakukan dengan pengamatan morfologi koloni meliputi bentuk dan warna koloni, dengan pewarnaan gram. Pewarnaan Gram dilakukan untuk membedakan bakteri gram positif dan gram negatif. Bakteri uji dioleskan di atas kaca objek dan difiksasi diatas api. Olesan tersebut digenangi dengan karbol gentianviolet selama satu menit dan digenangi kembali dengan lugol selama satu menit. Olesan tersebut dicuci dengan pemucat alkohol 95% selama tiga puluh detik, dan dibilas dengan air suling. Olesan tersebut digenangi dengan pewarna air fuksin selama tiga puluh detik hingga zat warna tersebut larut, kemudian dibilas dengan air suling. Olesan tersebut dikeringkan menggunakan kertas saring, kemudian ditetesi dengan minyak imersi dan diamati dibawah mikroskop.

3.3.5. Analisis Media Tumbuh

Media tumbuh yang digunakan terdiri dari, gula, legen, kelapa, molase, yang masing – masing dicampur dengan air suling atau aquadest, pada media tersebut terdapat kadar gula yang menjadi sumber energi bagi bakteri, selain memiliki kadar gula, pemilihan media tersebut karena lebih mudah didapatkan sehingga dapat dijadikan media pengganti media Nutrient Broth (NB).

Sebelum dilakukan pengamatan pada media tumbuh ini dilakukan penyetaraan kadar gula pada masing - masing media, karena pada setiap media tersebut memiliki kadar gula yang berbeda, pada penelitian ini menggunakan kadar gula sebanyak 3g/100 ml.

Pengaruh media tumbuh terhadap perkembangbiakan bakteri dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan teknik pengenceran, teknik pengenceran ini dilakukan agar mengetahui jumlah koloni yang tumbuh pada media tumbuh.

Langkah langkah teknik pengeneran :

- a. Memasukkan bakteri pada media NB sebanyak dua lup, ditunggu sampai 2 hari untuk mengetahui perkembangannya.

- b. Setelah 2 hari bakteri dari media NB diinokulasi ke media tumbuh masing-masing sebanyak 200 mikrolit.
- c. Dilakukan pengenceran untuk mengetahui jumlah bakteri. Pengenceran dilakukan sampai 10^{-6} dilakukan berkelanjutan sampai tujuh hari untuk mengetahui perkembangan bakteri per harinya.
- d. Dari 100 ml media tumbuh diambil 1 ml untuk diencerkan, pengenceran ini dilakukan untuk mendapatkan koloni tunggal.
- e. Setiap tabung reaksi terisi 9 ml aquades steril. Pindahkan 1 ml dari media tumbuh ke tabung reaksi 10^{-1} .
- f. Dari 10^{-1} diambil 1 ml ke 10^{-2} begitupun seterusnya sampai 10^{-6} .
- g. Dari 10^{-6} diambil 100 mikrolit tuang pada cawan petri yang sudah terisi NA.
- h. Didiamkan selam 24 jam kemudian diamati perkembangan baktrinya dari masing-masing media. Kegiatan a-h dilakukan selama 7 hari berturut-turut.

Dilihat perkembangan bakteri selama tujuh hari, kemudian dibandingkan masing-masing media, media mana yang pling baik untuk perkembangan bakteri.

Pada metode perhitungan koloni bakteri didalam cawan dilakukan pengenceran yang bertingkat yang mana ditujukan untuk membentuk konsentrasi dari suatu suspensi bakteri. Sampel yang telah di encerkan ini di hitung ke dalam cawan baru kemudian di tuang ke mediumnya (metode tuang). Kemudian setelah diinkubasi selama 24-48 jam, amati koloni yang tumbuh dan koloni yangng diamati hanyalah koloni yang berjumlah 30- 300 koloni (Gobel & Risco, 2008).

3.3.6. Analisis Kemantapan Agregat tanah

Pengamatan kemantapan agregat tanah dilakukan pada sempel tanah bertestur lempung berpasir. Tanah tersebut di inkubasi di ruangan selama 30 hari, pengamatan agregat tanah dilakukan pada inkubasi 10, 20, dan 30 hari. dan menghitung indeks DMR (Lampiran 4) untuk mengetahui kelas kemantapan agregat tanah, Pengamatan agregat menggunakan metode pengayakan ganda (multiple-sieve) meliputi pengayaan kering dan pengayakan basah sebagai berikut: (Kemper & Rosenau, 1986).

a) Pengayaan Kering

Contoh tanah dengan agregat untuk dikering udarakan, sebanyak kurang lebih 500 g tanah kering udara ditaruh dalam ayakan 8 mm. Selanjutnya susunan ayakan ini berturut turut terdapat ayakan 4.76; 2.83; 2 mm; dan penampung. Tanah yang ada di dalam ayakan 8 mm diayak dengan menggunakan tangan sampai semua tanah turun melalui ayakan ini. Jika penggunaan tangan belum dapat melewatkan semua tanah, maka dapat digunakan alu kecil (anak lumpang). Ayakan dgerak-gerakan dengan menggunakan tangan (sebanyak 5 kali). Selanjutnya masing-masing fraksi agregat pada setiap ayakan ditimbang kemudian dinyatakan dalam persen. Presentase = 100% dikurangi % agregat lebih kecil dari 2 mm. Uraikan pekerjaan seperti yang telah disebutkan diatas dilakukan sebanyak 4 kali.

b) Pengayaan Basah

Agregat – agregat yang diperoleh dari pengayakan kering kecuali agregat lebih kecil dari 2 mm ditimbang dan masing-masing dimasukan kedalam cawan nikel diameter 7.5 cm dan tinggi 2.5 cm. Banyaknya disesuaikan dengan perbandingan ketiga agregat tersebut dan totalnya harus 100 g. Pekerjaan ini dilakukan sebanyak 4 kali ulangan. Selanjutnya air diteteskan pada tanah dalam cawan petri nikel tersebut sampai kapasitas lapang. Tinggi ujung penetes buret 30 cm dari cawan. Tanah disimpan dalam inkubator pada temperatur 20 °C dengan kelembapan relatif 98-100% selama 24 jam. Agregat tanah kemudian dipindahkan dari cawan ayakan sebagai berikut :

1. Agregat antara 8 dan 4.76 mm diatas ayakan 4,76 mm
2. Agregat antara 4.76 dan 2.83 mm diatas ayakan 2.83 mm
3. Agregat antara 2.83 dan 2 mm diatas ayakan 2 mm

Ayakan yang digunakan dalam pengayakan basah selain dari yang tersebut diatas masih terhadap di bawahnya berturut-turut ayakan 1.05 dan 0.279 mm. Ayakan-ayakan tersebut selanjutnya dipasang dan disusun pada alat pengayakan basah, dimana bejana yang disediakan telah diisi air suling terlebih dahulu sitinggi 25 cm dari dasar bejana.

Pengayakan dilaksanakan selama 5 menit (35 ayunan tiap menit dengan amplitudo 3.75 cm). Setelah selesai pengayakan, agregat dipindahkan dari setiap ayakan ke

cawan nikel yang beratnya telah diketahui. Untuk memindahkan agregat – agregat lepas dari dasar ayakan dapat dibantu dengan semprotan air yang dilakukan pada selang berdiameter kecil supaya alirannya deras. Kelebihan air di cawan di buang, kemudian cawan yang terisi oleh agregat basah dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Setelah kering diamkan hingga kering udara selanjutnya ditimbang.berat diameter rata – rata.

3.3.7. Analisis N, P, K, C organik dan pH tanah

Pengamatan pada sifat kimia tanah sebelum dan sesudah perlakuan yang meliputi total nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), derajat keasaman (pH), dan C-organik terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Metode Analisis Kimia Tanah

Kadar	Metode	Satuan	Keterangan (pengamatan)
N	KJELDHAL	%	
P	P Bray 2	ppm	
K	Flamefotometer	ppm	Sebelum & Sesudah
pH	Glass electrode	-	
C-organik	Walkey & Black	%	

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.2. HASIL

4.2.1. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Jumlah Koloni Bakteri

Lactobacillus bulgaricus

Media tumbuh yang digunakan pada penelitian ini berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bakteri pada hari ke 1, 3, 5, 6, dan 7, tetapi tidak berpengaruh pada hari ke 0, 2 dan 4 (Tabel 3). Rata-rata jumlah bakteri tertinggi terdapat pada media molase dan NB jika dibandingkan dengan media legen an air kelapa, tetapi pada media molase dan NB tidak berbeda nyata dengan larutan gula. Pada hari ke-3 jumlah bakteri tertinggi terdapat pada media NB dari semua media tumbuh, akan tetapi pada larutan gula tidak berbeda nyata dengan NB sedangkan pada media molase, legen an air kelapa berbeda nyata pada setiap media. Pertumbuhan bakteri terbanyak terdapat pada media NB sebagai media control. Pada hari ke-7 pada media legen, air kelapa, larutan gula dan NB berbeda nyata, akan tetapi pada media molase dan larutan gula tidak berbeda nyata.

Tabel 3 Jumlah Koloni Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* pada masing-masing media tumbuh inkubasi 0-7 hari

Media	Jumlah koloni (CFU/100ml) *)							
	Hari Inkubasi							
	H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Legen	3 a	10 a	19 a	63 a	70 a	76 a	80 a	94 a
Air kelapa	5 a	13 a	33 a	39 a	91 a	98 b	109ab	124ab
Larutan gula	15 a	23 ab	33 a	72 ab	115 a	125 b	145 b	156 b
NB (Kontrol)	15 a	39 b	57 a	108 b	109 a	196 c	204 c	282 c
Molase	23 a	39 b	45 a	50 a	110 a	129 b	143 b	179 b
BNT 5%	16.69	16.05	34.44	29.72	41.08	24.31	29.23	39.49

*) Coloni Forming Unit (CFU) pada Jumlah Koloni Bakteri/100 ml, selama inkubasi bakteri selama 7 hari
Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT ($P>0,05$)

4.2.2. Uji Kemantapan Agregat Tanah dengan Penambahan Bakteri

Lactobacillus bulgaricus

Perlakuan dengan inokulan berpengaruh nyata terhadap indeks agregat tanah (Tabel 4). Pengamatan dilakukan pada tanah tekstur lempung berpasir yang memiliki agregat tanah yang remah, pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan awal untuk menentukan tekstur tanah, data awal yang diperoleh

memiliki indeks DMR 0.49 mm (Lampiran 3), yang dikategorikan termasuk kurang mantap (Lampiran 4). Peningkatan kemantapan agregat tanah terlihat pada inkubasi hari ke-10. Pada perlakuan P0 dan P3 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata pada P1 dan P2. Pada inkubasi hari ke-20 berbeda nyata pada setiap perlakuan. Perbedaan signifikan terdapat pada perlakuan P1. Pada masa inkubasi hari ke-30 berbeda nyata pada perlakuan P0 dengan perlakuan lain, tetapi tidak berbeda nyata antara P2 dan P3, sedangkan pada P1 berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Tabel 4. Kemantapan agregat (DMR) tanah pada inkubasi 10,20 dan 30 hari setelah diinokulasikan dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*

Perlakuan	DMR (mm) *)		
	Lama Inkubasi (HSI)		
	10	20	30
P0	0.52 a	0.55 a	0.58 a
P1	0.75 c	0.79 d	0.85 c
P2	0.64 b	0.68 c	0.77 b
P3	0.54 a	0.60 b	0.73 b
BNT 5%	0.02	0.03	0.05

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi
Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT ($P > 0,05$)

4.2.3. Total Nitrogen Tanah

Analisis tanah setelah inkubasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Lactobacillus bulgaricus* terhadap kadar N dalam tanah. Pengamatan dilakukan sebelum inkubasi 30 hari dan pengambilan data dilakukan pada inkubasi hari ke-10,20 dan 30 hari. Sebelum pengambilan data pada masa inkubasi terlebih dahulu dilakukan pengamatan dasar, pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Lactobacillus bulgaricus* terhadap kadar N dalam tanah, nilai pengamatan dasar yang diperoleh 0.18% (Lampiran 3). Data awal yang diperoleh tergolong rendah (Lampiran 1). Hasil pengamatan yang dilakukan pada masa inkubasi selama 10,20 dan 30 hari tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan (Tabel 5). Hasil yang diperoleh menunjukkan kadar N dalam tanah cenderung mengalami penurunan.

Tabel 5 Kadar Nitrogen tanah setelah diinokulasikan bakteri *Lacobacillus bulgaricus* inkubasi selama 10,20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar Nitrogen Tanah (%) *)		
	Lama Inkubasi (HSI)		
	10	20	30
P0	0.17	0.17	0.15
P1	0.17	0.17	0.15
P2	0.17	0.17	0.15
P3	0.17	0.17	0.15
BNT 5%	TN		

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi
Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT ($P>0,05$)

4.2.4. Kadar Ketersediaan P Tanah

Lactobacillus bulgaricus berpengaruh terhadap ketersediaan fosfor P (bray II) dalam tanah dan menunjukkan pengaruh nyata pada setiap masa inkubasi (Tabel 6). Inokulasi bakteri ke dalam sampel tanah berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P dalam tanah. Ketersediaan P pada pengamatan awal adalah 6,47 ppm (Lampiran 3) dan tergolong sangat rendah (Lampiran 1). Hasil pengamatan yang dilakukan setelah inokulasi menunjukkan peningkatan. Pada hari ke-10 peningkatan terlihat pada setiap perlakuan, tetapi terjadi penurunan pada P0 (kontrol). Nilai tertinggi terlihat pada P1 dengan nilai 9.76 ppm, kemudian P2 dengan 8.21 ppm dan P3 dengan nilai 7.31 ppm. Pada hari ke-20 menunjukkan perbedaan nyata pada setiap perlakuan dengan nilai tinggi pada P1 yaitu 13.08 ppm, kemudian P2 dengan nilai 9.91 ppm dan P3 8.12 ppm. Sedangkan pada P0 terjadi penurunan dengan nilai 5.77 ppm. Pada hari ke-30 nilai tertinggi pada P1 dengan nilai 15.14 ppm, kemudian P2 dengan nilai 11.79 ppm dan P3 dengan nilai 10.09 ppm.

Tabel 6 Ketersediaan Forfor tanah setelah diinokulasikan dengan bakteri *Latobacillus bulgaricus* inkubasi 10,20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar Fosfor Tanah (ppm) *)		
	Inkubasi (HIS)		
	10	20	30
P0	6.12 a	5.77 a	5.68 a
P1	9.76 d	13.08 d	15.14 d
P2	8.21 c	9.91 c	11.79 c
P3	7.31 b	8.12 b	10.09 b
BNT 5%	0.56	0.60	0.98

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi

Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT (P>0,05)

4.2.5. Ketersediaan Kalium Tanah

Kadar kalium tanah awal setelah inkubasi adalah 0.093 me 100g⁻¹ (Lampiran 3). Nilai tersebut tergolong sangat rendah (Lampiran 1). Pemberian inokulan bakteri kedalam tanah selama 30 hari berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar K dalam tanah (Tabel 7).

Tabel 7 Ketersediaan Kalium tanah setelah diinokulasikan bakteri *Latobacillus bulgaricus* inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar Kalium Tanah (me 100g ⁻¹) *)		
	Lama Inkubasi (HSI)		
	10	20	30
P0	0.0901 a	0.0878 a	0.0847 a
P1	0.0986 b	0.1018 c	0.1049 d
P2	0.0952 b	0.0960 b	0.0968 b
P3	0.0944 a	0.0968 b	0.0991 c
BNT 5%	0.0058	0.0057	0.0053

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi

Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT (P>0,05)

Lactobacillus bulgaricus berpengaruh nyata terhadap kadar kalium dalam tanah pada setiap masa inkubasi selama 30 hari. Pada hari ke-10 P0 tidak berbeda nyata dengan P3 tetapi berbeda nyata dengan P1 dan P2. Sedangkan P1 tidak berbeda nyata dengan P2. Pada hari ke-20 P0 berbeda nyata dengan semua perlakuan, sedangkan P3 dan P2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan P1. Pada hari ke-30 semua perlakuan berbeda nyata.

4.2.6. Kadar Keasaman Tanah (pH)

Hasil pengamatan pada derajat keasaman tanah pada tanah beragregat lempung berpasir dilakukan sebelum dan sesudah pemberian inokulan bakteri. Hasil pengamatan awal sebelum pemberian inokulan bakteri dengan nilai 5.69 (Lampiran 3). Nilai tersebut tergolong asam (Lampiran 5). Setelah dilakukan inokulasi bakteri kedalam tanah terjadi perbedaan nyata (Tabel 8).

Tabel 8 Derajat keasaman tanah setelah diinokulasikan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* inkubasi selama 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	pH Tanah *)		
	Lama Inkubasi (HSI)		
	10	20	30
P0	5.4 b	5.4 b	5.2 c
P1	5.1 a	4.8 a	4.4 a
P2	5.4 b	5.1 b	4.9 b
P3	5.4 b	5.3 b	5.1 b
BNT 5%	0.21	0.27	0.31

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi
Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT ($P>0,05$)

Inokulasi bakteri berpengaruh nyata terhadap pH tanah selama masa inkubasi 30 hari. Pada hari ke-10 perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan P2 dan P3, tetapi berbeda nyata dengan p1. Pada hari ke-20 memiliki pola yang sama dengan hari ke-10. Pada hari ke-30 perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P3, tetapi berbeda nyata dengan P1 dan P0.

4.2.7. Bahan Organik Tanah

Kadar bahan organik tanah dilakukan sebelum inokulasi bakteri dan setelah inokulasi bakteri. Hasil pengamatan dasar bahan organik adalah 0.7% (Lampiran 3). Nilai tersebut tergolong rendah (Lampiran 6). setelah pemberian bakteri dalam tanah terjadi perbedaan yang nyata (Tabel 9).

Tabel 9 kadar bahan organik tanah setelah diinokulasikan bakteri *Latobacillus bulgaricus* inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar bahan organic tanah (%) *)		
	Lama Inkubasi (HSI)		
	10	20	30
P0	0.75 a	0.62 a	0.52 a
P1	1.71 c	2.18 c	2.61 d
P2	1.20 b	1,48 b	1.80 c
P3	0.90 a	1.35 b	1.50 b
BNT 5%	0.30	0.26	0.31

*) HSI : Hari Setelah Inkubasi

Angka dalam kolom dengan huruf menurut uji BNT ($P>0,05$)

Lactobacillus bulgaricus ke dalam tanah berpengaruh nyata terhadap kadar bahan organik tanah pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari. Pada hari ke-10 P0 tidak berbeda nyata dengan P3 tetapi berbeda nyata dengan P1 dan P2. Pada inkubasi hari ke 20 P0 berbeda nyata dengan semua perlakuan, P2 tidak berbeda nyata dengan P3, tetapi P1 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pada hari ke-30 setiap perlakuan berbeda nyata.

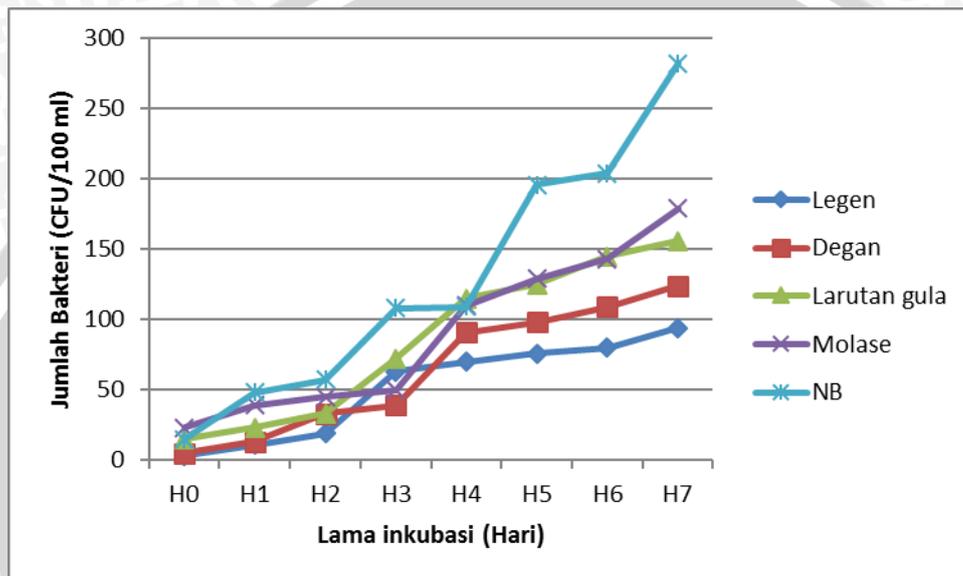
4.3. Pembahasan

4.3.1. Pertumbuhan bakteri pada media tumbuh

Lactobacillus bulgaricus merupakan salah satu bakteri asam laktat, yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. pada setiap media tumbuh memiliki kadar glukosa, Menurut Martoyo kandungan yang terdapat pada molase ialah 21.7 % glukosa, 34.19% sukrosa, 26.49% air dan 17.62 % abu, sedangkan kandungan pada media perbanyak yang lain Air kelapa per 100 ml mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein 0,2 g, lemak 0,2 g, gula 3 g, vitamin C 1,0 mg, asam amino, dan hormon pertumbuhan (Astawan, 2004). Nira siwalan (legen) memiliki komposisi sukrosa 13,54 %, protein 0,30 %, lemak 0,002 %, abu 0,004 % dan air 86,10 % (Ristiarini, Kuswardani, Adikaryo, & Wahyuni, 2001). Sedangkan pada gula tebu mengandung sukrosa 3,29% dalam 100 ml air (Kuswuri, 2008). Media NB berperan sebagai media kontrol pada media pertumbuhan, media NB sering digunakan untuk berkembang bakteri di laboratorium.

Lactobacillus bulgaricus tumbuh baik pada media NB (Gambar 1) selanjutnya pada media molase, laarutan gula, degan dan legen, pada media NB

merupakan media kontrol yang berfungsi sebagai media yang menjadi kontrol dari media tumbuh, media terbaik selanjutnya adalah molase, menurut Maryoto kandungan molase memiliki lebih banyak kandungan kadar gula, seperti glukosa, sukrosa, lebih tinggi dari media tumbuh yang lain, metabolisme *Lactobacillus bulgaricus* untuk fermentasi asam laktat secara homofermentatif yaitu membentuk laktat murni atau hampir 90 % laktat murni dengan glukosa sebagai substrat.



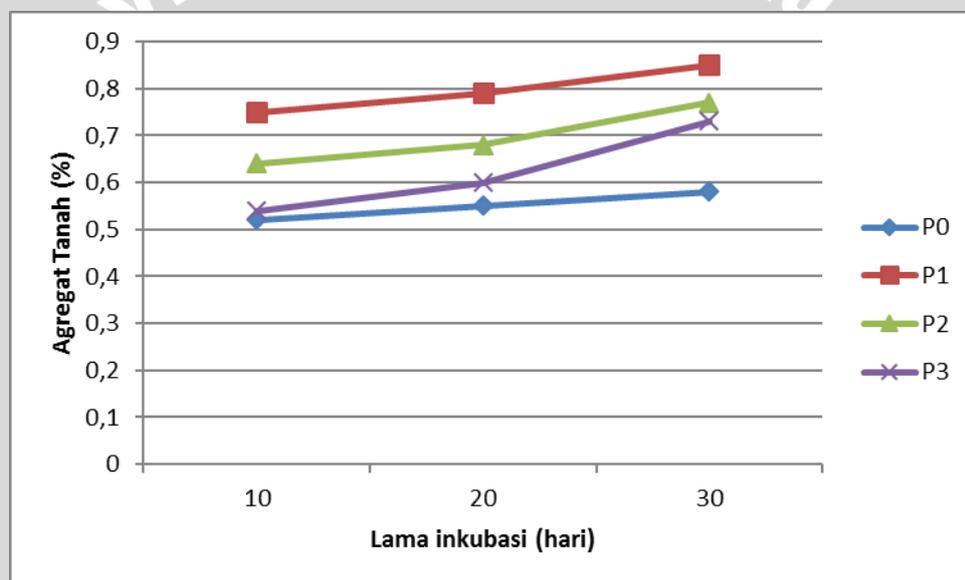
Gambar 1 Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* pada masing-masing media tumbuh

4.3.2. Kemantapan agregat Tanah dengan Penambahan *Lactobacillus bulgaricus*

Kemantapan agregat sangat penting bagi tanah pertanian dan perkebunan. Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas, aerasi, dan daya menahan air. Tanah yang agregatnya kurang stabil bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut mudah hancur. Butir-butir halus hasil hancuran akan menghambat pori-pori tanah sehingga bobot isi tanah meningkat, aerasi buruk, dan permeabilitas menjadi lambat. Kemantapan agregat untuk bertahan dari gaya perusak dari luar (stabile) dapat ditentukan secara kuantitatif melalui agregat stability index (ASI). Indeks ini merupakan penilaian secara kuantitatif terhadap kemantapan agregat. (Santi, Dariah, & Goenandi DH, 2008).

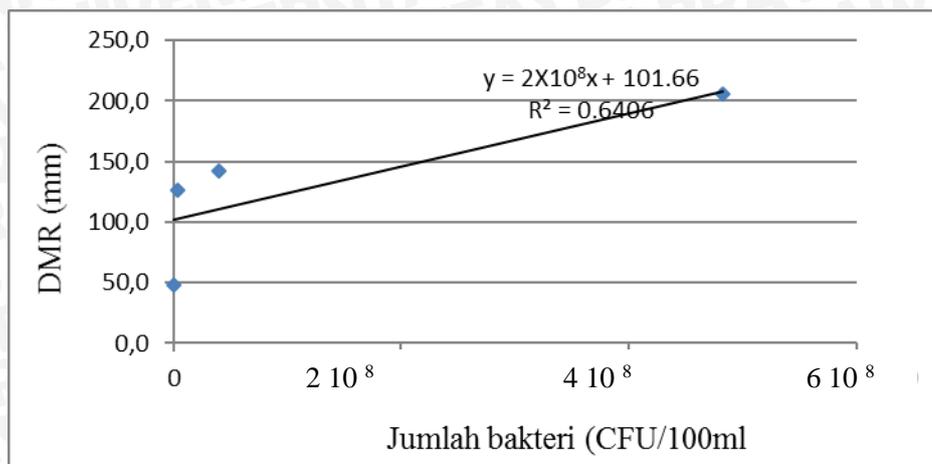
Salah satu cara memperbaiki kematantapan agregat tanah yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme penghasil eksopolisakarida, *Lactobacillus bulgaricus* adalah salah satu bakteri asam laktat yang dapat memproduksi eksopolisakarida (Malaka & Laga, 2005).

Peran eksopolisakarida dalam meningkatkan kemantapan agregat tanah yaitu eksopolisakarida yang terbentuk menempel pada dinding partikel tanah pasir yang nantinya akan mengisi dan menutup pori-pori diantara partikel tanah pasir dan melekatkan antar partikel pasir (Irianto, 2002), umumnya agregat yang terbentuk akibat eksopolisakarida cukup stabil (Santi, Dariah, & Goenandi DH, 2008). Kemantapan agregat meningkat dari inkubasi hari 10,20 dan 30 hari (gambar 2)



Gambar 2 Kemantapan agregat tanah untuk setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Hasil analisis regresi linear menunjukkan bahwa sebesar 64% dari peningkatan kemantapan agregat dipengaruhi oleh jumlah bakteri (X) dimana model persamaan regresi $Y = 2 \times 10^{-7}X + 101,66$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2=0,64$ (Gambar 3)

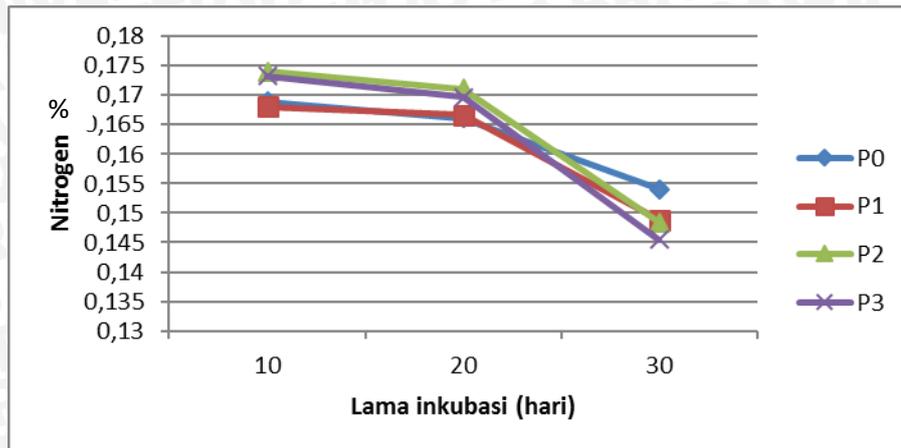


Gambar 3 Pengaruh jumlah bakteri *Lactobacillus bulgaricus* terhadap kemandapan agregat tanah

4.4. Optimalisasi N, P, K, Bahan Organik dan Keasaman Tanah (pH) dengan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus*

4.4.1. Total Nitrogen Tanah

Unsur N merupakan unsur yang cepat kelihatan pengaruhnya terhadap tanaman. Peran utama unsur ini adalah merangsang pertumbuhan vegetatif (batang dan daun), meningkatkan jumlah anakan, meningkatkan jumlah bulir/rumpun. Kekurang unsur N menyebabkan pertumbuhannya kerdil, daun tampak kekuning-kuningan, sistem perakaran terbatas. Kelebihan unsur N menyebabkan tanaman pertumbuhan vegetatif memanjang (lambat panen), mudah rebah, menurunkan kualitas bulir, respon terhadap serangan hama / penyakit (Rauf, Syamsuddin, & Sihombing, 2000)



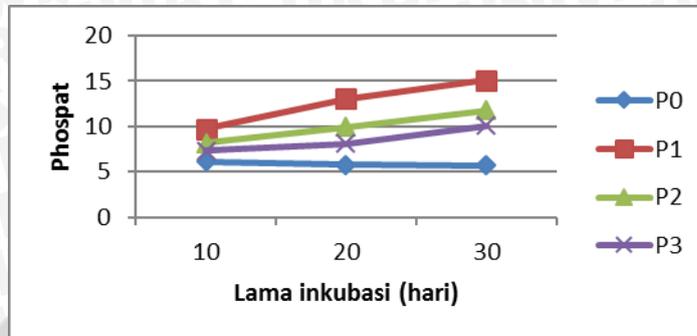
Gambar 4 Kadar Nitrogen Tanah pada setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Pemberian bakteri *Lactobacillus bulgaricus* pada tanah inkubasi selama 30 hari tidak memberikan pengaruh peningkatan kadar N, penurunan kadar N terjadi pada pengamatan yang dilakukan untuk kadar N dalam tanah yang telah diinokulasi oleh bakteri selama 30 hari. Menurut Hadayanto, dkk. (1999) pelepasan N dari bahan organik tergantung pada sifat fisik, kimia bahan organik, kondisi lingkungan, dan komunitas organisme perombak, terhambatnya pelepasan N mungkin disebabkan oleh tinggi rasio C/N bahan organik dan immobilisasi N mikrobia yang terikat, saat immobilisasi, N tersedia yang ada sebelumnya di dalam tanah diambil oleh mikroorganisme untuk mencukupi kebutuhannya, karena tidak tercukupi dari bahan organik yang dirombak sehingga keberadaan N tersedia tanah menjadi sangat sedikit bagi tanaman yang akan menyebabkan tanaman kekurangan N. Faktor lain hilangnya kadar N dalam tanah dikarenakan terjadi kehilangan karena terbawa air dan mudah menguap., menurut Patti (2013) Ada tiga hal yang menyebabkan hilangnya nitrogen dari tanah yaitu nitrogen dapat hilang karena tercuci bersama air drainase, penguapan dan diserap oleh tanaman.

4.4.2. Ketersediaan Fosfor Tanah

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungan di dalam tanaman lebih rendah dibanding nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam

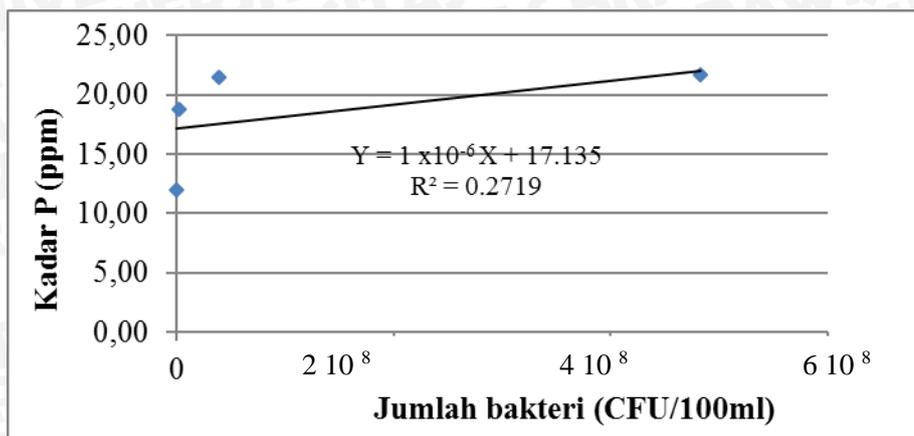
larutan tanah. Ion H_2PO_4^- lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pada pH yang lebih tinggi (lebih besar dari 7) bentuk HPO_4^{2-} lebih dominan. Disamping ion-ion tersebut, tanaman dapat menyerap P dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat (Elfiati, 2005).



Gambar 5 Ketersediaan forfor pada setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Peningkatan kadar P Menurut (Rao, 1994) pelarutan P oleh bakteri asam laktat didahului dengan sekresi asam-asam organik, salah satunya asam laktat. asam-asam ini dapat membentuk *khelat* (kompleks stabil) dengan kation Al, Fe atau Ca yang mengikat P, sehingga ion H_2PO_4^- menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap. Mekanisme mikroorganisme dalam melarutkan P tanah yang terikat dan P yang berasal dari alam diduga karena asam-asam organik yang dihasilkan akan bereaksi dengan AlPO_4 , FePO_4 , dan $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, dari reaksi tersebut terbentuk khelat organik dari Al, Fe, dan Ca sehingga P terbebaskan dan larut serta tersedia untuk tanaman (Hilda & Reynaldo, 2000). Peningkatan ketersediaan fosfor terjadi pada hari ke 10,20 dan 30 hari tetapi tidak terjadi peningkatan pada perlakuan P0 (Gambar 5).

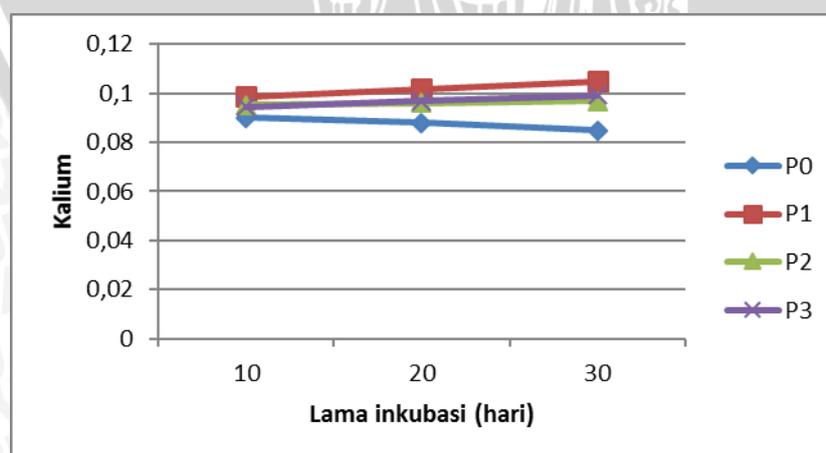
. Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa sebesar 27% dari nilai P tersedia dipengaruhi oleh jumlah bakteri (X),dimana model persamaan regresi $Y=1 \times 10^{-6}X+17,135$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2=0,27$



Gambar 6 pengaruh jumlah bakteri *Latobacillus bulgaricus* terhadap ketersediaan fosfor

4.4.3. Kadar Kalium Tanah

Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ , di dalam tanah ion tersebut bersifat sangat dinamis sehingga mudah tercuci. Kalium adalah suatu unsur kimia berbentuk logam lunak berwarna putih keperakan dan termasuk golongan alkali tanah. Persediaan kalium dalam tanah dapat berkurang karena tiga hal, yaitu pengambilan kalium oleh tanaman, pencucian kalium oleh air, dan erosi tanah. Kalium tergolong unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, dalam jaringan tanaman baik dalam xylem dan maupun floem, serta mempunyai sifat larut dan mudah difiksasi dalam tanah. Kalium dalam jaringan tanaman tetap berbentuk ion K^+ , tidak ditemukan dalam bentuk senyawa organik, (Novizan, 2002).

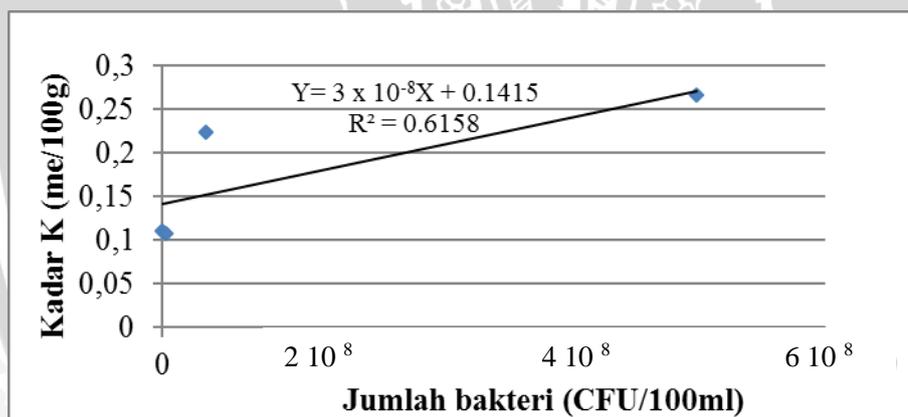


Gambar 7 Kadar Kalium tanah setiap perlakuan pada inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Lactobacillus bulgaricus (P1, P2 dan P3) semakin lama waktu inkubasi maka kadar Kalium cenderung meningkat. Sedangkan pada P0, semakin lama waktu inkubasi maka kadar Kalium cenderung terjadi penurunan. Menurut Rao, (1994) Hasil sekresi asam laktat akan berfungsi sebagai katalisator dan memungkinkan asam-asam organik tersebut membentuk senyawa kompleks dengan ion K^+ , sehingga terjadi pelarutan dan menjadi tersedia.

Pemberian bakteri berpengaruh nyata pada peningkatan kadar K dalam tanah, semakin banyak jumlah bakteri semakin tinggi peningkatan pada kadar K, sedangkan pada perlakuan P0 tidak terjadi peningkatan pada kadar K, karena P0 tidak menggunakan bakteri, sehingga tidak terjadi peningkatan pada kadar K.

. Hasil analisis regresi linear menunjukkan bahwa sebesar 61% dari nilai K tersedia dipengaruhi oleh jumlah bakteri (X) dimana model persamaan regresi $Y = 3 \times 10^{-8}X + 0,1415$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2=0,61$.

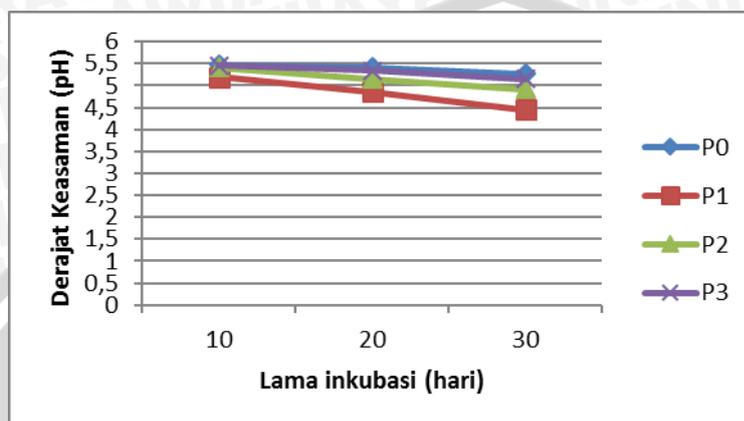


Gambar 8 Pengaruh jumlah bakteri *Lactobacillus bulgaricus* terhadap kadar kalium

4.4.4. Kadar Keasaman Tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ didalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain H^+ dan ion-ion lain ditemukan pula ion OH^- , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya H^+ . pada tanah-tanah masam jumlah ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- , sedang pada tanah alkalis

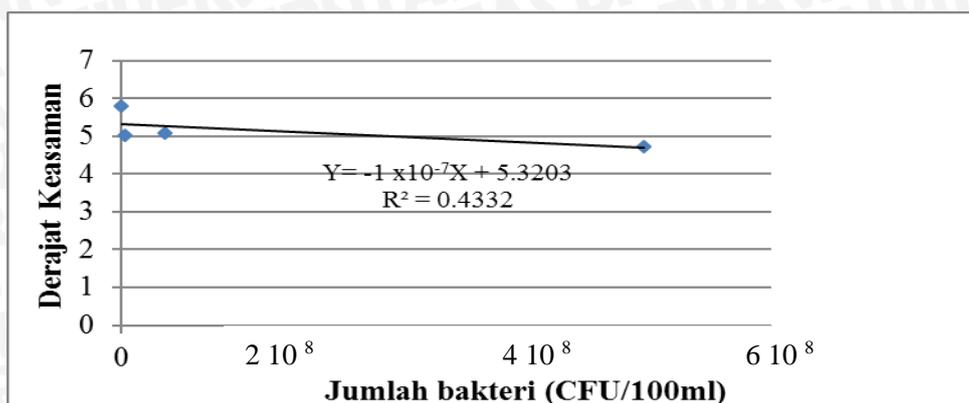
kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- , maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai $\text{pH} = 7$. Nilai pH berkisar dari 0-14 dengan $\text{pH} 7$ disebut netral sedangkan pH kurang dari 7 disebut masam dan pH lebih dari 7 disebut alkalis. Walaupun demikian pH tanah umumnya berkisar dari 3,0-9,0 (Mustofa, 2007).



Gambar 9 Derajat keasaman pada perlakuan inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Lactobacillus bulgaricus berpengaruh terhadap kadar keasaman pada tanah, setelah pemberian inokulan bakteri pada tanah terjadi penurunan kadar keasaman dalam tanah, penurunan signifikan terjadi pada P1 dengan konsentrasi bakteri 100 %, selanjutnya pada P2 dengan kontrasi 50% dan P3 dengan konsentrasi 25 % bakteri. Tinggi rendahnya kadar asam laktat dipengaruhi oleh kemampuan bakteri asam laktat dalam membentuk asam laktat yang ditentukan oleh jumlah inokulan. *Latobacillus bulgaricus* termasuk salah satu jenis bakteri asam laktat, yang mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. penurunan kadar keasaman terjadi karena proses metabolisme bakteri dalam pembentukan asam laktat, menurut Winarno dan Fernandes (2007), asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pHnya.

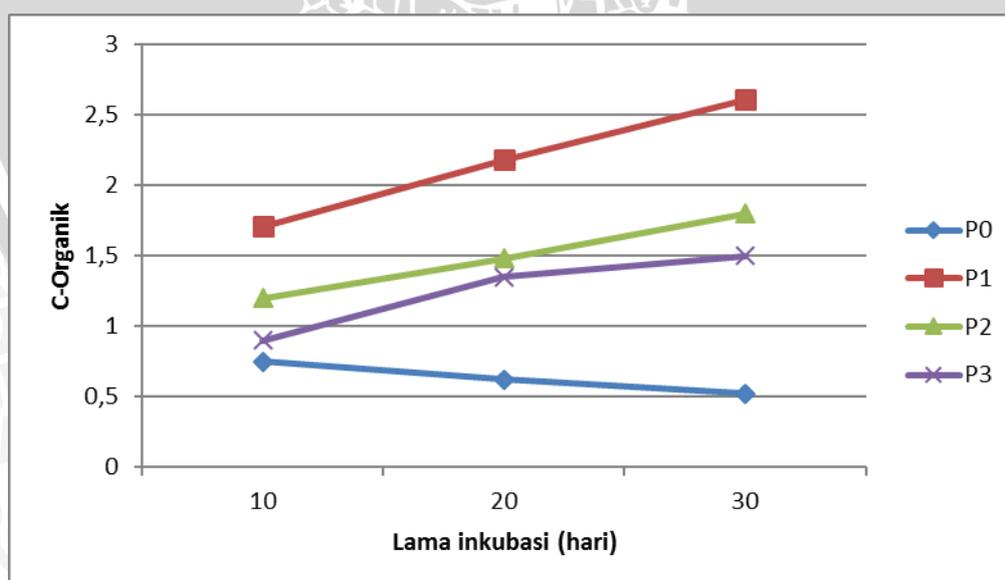
Hasil analisis regresi antara jumlah bakteri dengan pH tanah menunjukkan bahwa sebesar 43% dari penurunan nilai pH dipengaruhi oleh jumlah bakteri (X), dimana model persamaan regresi $Y = -1 \times 10^{-7}X + 5,3203$ dengan nilai $R^2=0,43$



Gambar 10 Pengaruh Jumlah bakteri Terhadap Derajat Keasaman Tanah

4.4.5. Kadar Bahan C Organik Tanah

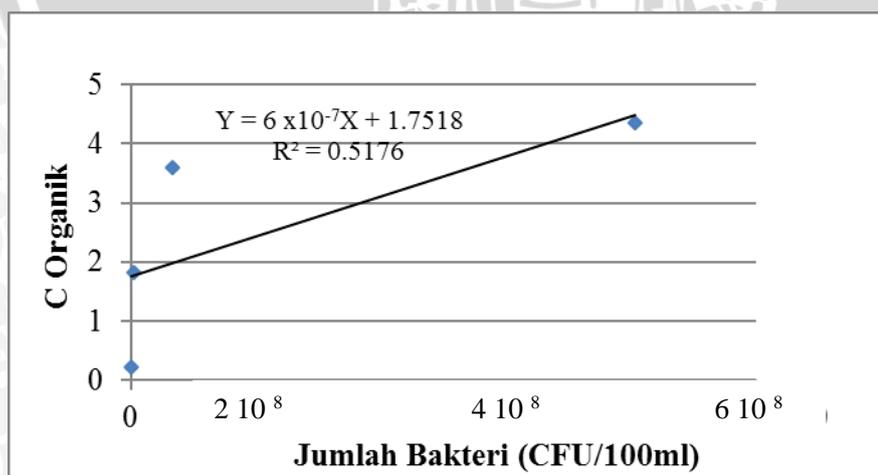
Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dirombak oleh bakteri-bakteri tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air. Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisa-sisa tanaman dan binatang yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Bahan organik demikian berada dalam pelapukan aktif dan menjadi mangsa serangan jasad mikro. Sebagai akibatnya bahan tersebut berubah terus dan tidak mantap sehingga harus selalu diperbaharui melalui penambahan sisa-sisa tanaman atau binatang.



Gambar 11 Kadar C organik Untuk Setiap Perlakuan pada Inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Lactobacillus bulgaricus dapat meningkatkan bahan organik dalam tanah, pada pengamatan yang dilakukan pada masa inkubasi selama 30 hari berpengaruh nyata pada peningkatan pada bahan organik, pengaruh nyata terjadi pada P1 selanjutnya pada P2 dan P3, pada perlakuan P0 tidak terjadi peningkatan, peningkatan bahan organik terjadi karena aktifitas bakteri. Pembentukan bahan organik terjadi karena *Lactobacillus bulgaricus* dapat merubah karbon menjadi salah satu bahan organik. Karbon merupakan penyusun umum dari semua bahan organik, karena senyawa dalam sisa tumbuhan dihancurkan, karbondioksida dilepaskan, disamping karbondioksida, karbonat dan bikarbonat, penyerdehanaan bahan organik menghasilkan karbon yang lain. Menurut Thomas, dkk, (2012) bakteri asam laktat (*Lactobacillus* spp) bersifat antagonis terhadap bakteri patogen, karena selama fermentasi bakteri asam laktat menghasilkan asam organik dan senyawa bakteriocin yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba patogenik dan mikroba pembusuk. Bakteri ini dapat menekan fusarium, yaitu mikroorganisme merugikan yang menimbulkan penyakit pada lahan/tanaman yang terus menerus ditanami.

. Hasil analisis regresi antara jumlah bakteri dengan bahan organik tanah menunjukkan bahwa sebesar 0,52% dari nilai bahan organik tanah dipengaruhi oleh jumlah bakteri (X) dimana model persamaan regresi $Y = 6 \times 10^{-7}X + 1,7518$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,52$



Gambar 12 Peran Jumlah Bakteri terhadap C Organik Tanah

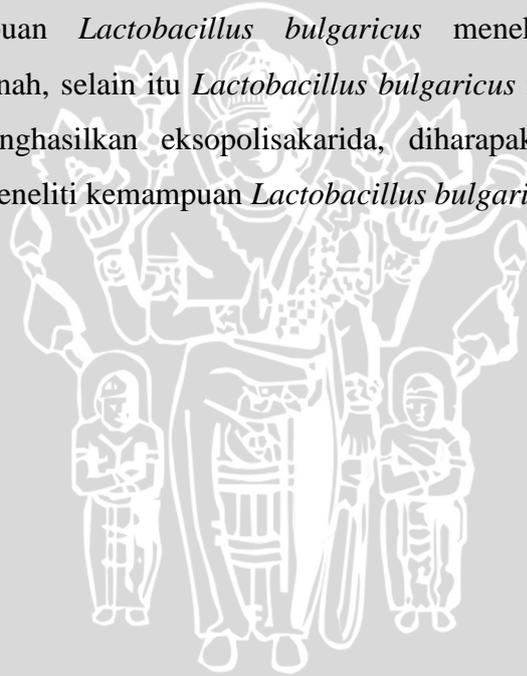
5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.2. Kesimpulan

1. Nutrient broth (NB) merupakan media tumbuh terbaik dari media tumbuh (molasses, Air Kelapa, legen dan larutan gula),
2. Pemberian inokulan *Lactobacillus bulgaricus* dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah lempung berpasir.
3. *Lactobacillus bulgaricus* berpengaruh pada ketersediaan P, K, bahan organik dan pH, sedangkan pada kadar N tidak berpengaruh nyata.

5.3. Saran

Lactobacillus bulgaricus merupakan salah satu bakteri yang mampu menekan pertumbuhan bakteri lain, diharapkan pada peneliti selanjutnya agar meneliti kemampuan *Lactobacillus bulgaricus* menekan pertumbuhan pathogen dalam tanah, selain itu *Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri yang mampu menghasilkan eksopolisakarida, diharapkan pada peneliti selanjutnya agar meneliti kemampuan *Lactobacillus bulgaricus* pada sifat fisik tanah yang lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Ajitha, S., Sridhar, M., Srichar, N., Singh, L. B., & varghese, V. (2004). *Probiotic Effect of latic acid bacteria againt vibrio alginolyticus in penaeus (Fenneropenaeus) indicus*. New York.
- Amezketeta, E., Arangues, R., Carannza, R., & Urgel, B. (2003). *Macro and Mirco aggregate stability of soil determined by a combination of wet-sieving and laser-ray diffraction*. Spanish.
- Amezketeta, E., Singer, M., & Le Bissonnais, Y. (1996). Testing A new Procedure for Measuring Water-Stable Aggregation. *Soil Sci.Soc.Am.J.60*.
- Astawan, M. (2004). *Kandungan Gizi Aneka Bahan Makanan*. Jakarta: Gramedia.
- Bausch, L. (1974). *Analitical System Division*. New York: Rochester.
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil Structure and managemen. *Geoderma*, 124.
- Buckle, K., Hari, P., & Adiono. (1987). *Ilmu Pangan (terjemahan)*. Jakarta: UI-Press.
- Buckman, H. O., & Brady. (1992). *Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Bhatara Karya.
- Bueno, S., & Gracia-Cruz, C. (2006). Optimizition of polysacarides production by bacteria isolated from soil. *J microbiol*, 296-301.
- Burdman, S., Jurkevictch, E., Soria Diaz, M., Serrano, A., & Okon, Y. (2000). *extracellerllular Polysacaride composition of azzoprillium brasillense and its relation wit cell aggregation*. USA: Microbiol.
- Downs, S. C., McCalla, T., & Haskin, F. (1995). Stachybotrys atra, an Effective Aggregation of Peorian Loess. *Soil Sci.Soc.Am Proc,19*.
- Drazkiewich, M. (1994). *Distribution of microorganms in soil agregat size*. Rusia: Folia Microbiol.
- Elfiati, D. (2005). *Peranan Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Medan: USU e-Repository.
- Gobel, & Risco. (2008). *Mikrobiologi umum dalam praktek*. Makasar: Universitas Hasanuddin press.
- Hakim. (1986). *Dasar dasar ilmu tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hanafiah, & Ali, K. (2005). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Handayanto, E., Y, N., & Syekhfani. (1999). *Stimulasi Dekomposisi dan Mineralisasi Nitrogen dari Bahan Organik yang berbeda Kualitas Akibat Penambahan bahan Organik Baru*. Malang: Ilmu Tanah fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

- Hardjowigeno, S. (1993). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta: Akademika presindo.
- Harjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika presindo.
- Hilda, R., & Reynaldo, r. (2000). Phosphate Solubilizing Bacteria And Their Role in Plant Growth Promotion. *Department of Microbiology, Cuban Research Institute on sugarcane By-Products (ICIDCA)*, <http://www.molecular-plant-biotechnology>.
- Hutkins, R. W., & Nannem, N. L. (1998). pH homeostatis in lactic acid bacteria. *journal of diary science* 76:2345-2365, USA.
- Irianto, A. (2002). *Mikrobiologi Lingkungan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Ivanov, V., & Chu, J. (2008). *Application of microorganms to geotechnical engginering for biologging and biocermentation of soil in situ*. Singapura.
- Jay, M. J. (2000). *Modern food microbyology*. singapura: APAC publisher services.
- Kemper, E. W., & Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution. In: A. Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part 1*. 2 nd ed. *Madison Wisconsin*.
- Kuswurj, R. (2008, Agustus 06). Sugarcane Research and Technology. <http://www.risyank.com/tag/pol>. Retrieved from <http://www.risyank.com/tag/pol>
- Lal, R. (1979). *Physical Characteristics of soil of the tropic : Determination and management in : soil physical properties and crop production in the tropic*. New York.
- Lolita, E. S., & Sukartono. (2007). *Respon tanaman bawang merah (Allium ascalonicum) yang diinokulasi MVA pada ragam cara pemberian bahan organik dan jeda pengairan dilahan kering pulau lombok*. Yogyakarta: Prosiding Kongres National HITI 5-7.
- Malaka, R., & Laga, A. (2005). Isolasi dan Identifikasi *Lactobacillus bulgaricus* Strain Ropy dari Yoghurt Komersial. *Sains & Teknologi Vol 5*.
- Marchener, H. (1986). *MIneral Nutritions of Higher Plant*. London: Academic Press Harcourt Brace Jovanovich.
- Marshall, V. M., & Holmes, J. W. (1997). *Soil Physics*. London: Cambrigde University Press.
- Marshall, V. M., & Tamimme, A. (1997). *Physiology and Blochemistry of Fermented milk*. New York: Chaman & Hall.
- Mukhlis. (2007). *Analisis Tanag dan Tanaman*. Medan: USU Press.

- Mustofa, A. (2007). *Perubahan Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian Di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nelson, D. E., & Sommer, L. (1982). *Total carbon, organic carbon and organic matter in chemical and microbiological properties*. USA: ASA-SSSA.
- Novizan, J. W. (2002). *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Nyakpa, M. Y., Lubis, A. M., Pulung, M. A., Munawar, A., Hong, G. B., & Hakim, N. (1988). *Kesuburan Tanah*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Patti, S. P., Kaya, E., & Silahobi, C. (2013). Analisa status nitrogen tanah dalam kaitanya dengan serapan N oleh tanaman sawah di Desa Waimtal, Kecamatan kairatu Kabupaten Seram bagian barat. *Agrologia, Vol,2, No. 1*, Hal. 51-58.
- Rao, N. S. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan pertumbuhan tanaman*. Jakarta: UI Press.
- Rauf, A. W., Syamsuddin, & Sihombing, S. R. (2000, 05 02). *Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi*. Retrieved from <http://www.pustakadeptan.go.id/agritech/ppua0160.pdf>
- Ristiarini, S. I., Kuswardani, I., Adikaryo, I., & Wahyuni, M. (2001). Pola Sukses Mikroflora Alami pada Fermentasi Nira siwalan dan Pemanfaatan dalam Minuman Fermentasi. *Biota*, 1-8.
- Roesmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu Kesuburan tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Santi, L., Dariah, A., & Goenandi DH. (2008). Penignkatan kemantapan agregat Tanah Mineral oleh bakteri Penghasil Eksopolisakarida. *Menara Perkebunan* 76.
- Sastrahidayat, I. R. (2011). *Fitopatologi (Ilmu penyakit tanaman)*. Malang: UB-Press.
- Sastrahidayat, R. I. (2011). *EPIDEMIOLOGI TEORITIS PENYAKIT TUMBUHAN*. Malang: UB press Universitas Brawijaya.
- Sitorus, S. (2086). *Survey Tanah dan Penggunaan Lahan*. Bogor: LAb. Survey Tanah dan Evaluasi Lahan.
- Stamer, J. R. (1980). *Lactic acid bacteria. didalam defaguerido, M.P dan D.F slpittstoesser (eds). Food microbiology public health land spoilange aspect*. USA: The AVI pulb Co Inc westport connecticut.

- Stevenson, F. J. (1982). *Clay organic complexes and formation of stable aggregates*. New York: Jonh wiley and sons inc.
- Subiksa, I. (2002). *Pemanfaatan mikoriza untuk penanggulangan lahan kritis. Makalah falsafah sains program pasca sarjana institut pertanian Bogor*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Surono, I. S. (2004). *Probiotik susu fermentasi dan Kesehatan*. Jakarta: TRICK (PT. Dwi Cipta Karya).
- Suwardji. (2004). *Olah Tanah Konservasi untuk Menuju Pertanian yang berkelanjutan. University of Mataram*, 128 halaman.
- Suwardji, & Eberbach, P. L. (1998). Seasonal change of physical Properties of an Axic Paleustalf after 16 year of direct drilling or conventional cultivation. *Journal soil and Tillage Reseach*, 65-77.
- Suwarjdi, Suardiari, & Hippi, A. (2007). *Meningkatkan Efisiensi air Irigasi dari sumber air tanah dalam pada lahan kering pasiran Lombok Utara menggunakan teknologi irigasi sprinkler big gun*. Jakarta.
- Thomas, I. P., Sutarjo , S., & Anita, K. (2000). Minuma Probiotik Siwalan : Kajian Lama Penyimpanan Terhadap Daya Anti Mikroba Labtobacillus Casei Pada Beberapa Bakteri patogen. *Jurnal teknologi Pangan*.
- Tisdall, J. M. (1994). *Possible role of soil microorganms in agregation in soil*. USA: Plant soil.
- Trautmann, N. M., Porter, K., & Wagnet, R. (2013, Desember 30). *Nitrogen : The Essensial Element*. Retrieved from <Http://Pmep.cce.cornell.edu/facts-slidesself/facts/nit-el-grw89.html>
- Winarno, F. G., & Fernandes, I. E. (2007). *Susu dan Produk Fermentasinya*. Bogor: M-brio Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kriteria Sifat Fisik Tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Karbon (%)	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	>5,00
Nitrogen(%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	>0,75
C/N	<5,0	5,0-7,9	8,0-12,0	12,1-17,0	>17
P ₂ O ₅ eks- HCl (%)	<0,021	0,021-0,039	0,040-0,060	0,061-0,100	>0,100
P-avl Bray-II (ppm)	<8,0	8,0-15	16-25	26-35	>35
P-avl Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60
K ₂ O eks-HCl (mg/100)	<0,03	0,03-0,06	0,07-0,11	0,12-0,20	>0,20
KTK/CEC (me/100)	<5	10-16	17-24	25-40	>40

Sumber: Hardjowigeno (1998)

Lampiran 2. Analisis sampel tekstur tanah

Fraksi	Persentase (%)
Pasir	70
Liat	7
Debu	23

Lampiran 3. Analisis sampel dasar tanah

Analisa	Metode	Hasil	Kriteria *)
Stabilitas agregat (mm)	Ayakan basah	0,49	Kurang mantab
Bahan organik (%)	Walkey & Black	0,7	Sangat rendah
N tersedia (%)	Kjeldahl	0,18	Rendah
P tersedia (ppm)	Bray II	6,47	Sangat rendah
K tersedia (me/100g)	Flamefotometer	0,093	Sangat rendah
pH	Glass electrode	5,69	Asam

Keterangan *) Balai penelitian tanah (2000)

Lampiran 4. Kriteria tingkat kemantapan agregat tanah

Kelas	Stability index (%)
Tidak mantap	<40
Kurang mantap	40-50
Agak mantap	50-66
Mantap	66-80
Sangat mantap	80-200
Sangat mantap sekali	>200

(Arsyad, 2006)

Lampiran 5. Tingkat Keasaman Tanah

Reaksi Tanah	pH
Luar biasa asam	3,5 - 4,4
Asam sangat kuat	4,5 - 5,0
Asam kuat	5,1 - 5,5
Asam sedang	5,6 - 6,0
Asam lemah	6,1 - 6,5
Netral	6,6 - 7,3
Alkali lemah	7,4 - 7,8
Alkali sedang	7,9 - 8,4
Alkali kuat	8,5 - 9,0

(Mukhlis, 2007)

Lampiran 6. Kriteria Bahan Oragnik Tanah

Kriteria bahan organik	Nilai (%)
Sangat tinggi	>6
Tinggi	4.3-6
Sedang	2.1-4.2
Rendah	1-2
Sangat rendah	<1

Lampiran 7. Jadwal kegiatan

Jadwal Kegiatan	Oktober				November				Desember				Januari			
	Minggu ke -															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan alat dan bahan	■															
Pengamatan dasar		■	■													
Pengamatan bakteri				■	■	■										
Inkubasi bakteri dalam tanah					■	■	■	■								
Analisis kemantapan agregat											■	■				
Analisis kimia tanah													■	■	■	■
Analisis Statistik																■

Lampiran 8. Tabel ANOVA

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,131	0,0437	389,79	**	3,49	5,95
Galat	12	0,0013	0,00011				
Total	15	0,132					

8.1.2 Masa inkubasi 20 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,134	0,045	178,183	**	3,49	5,95
Galat	12	0,003	0,00024975				
Total	15	0,137					

8.1.3 Masa inkubasi 30 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,155	0,052	68,81	**	3,49	5,95
Galat	12	0,009	0,001				
Total	15	0,164					



8.2 Bahan Organik

8.2.1 Masa inkubasi 10 hari

ANOVA							
SK	Db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	2,14	0,71	24,64	**	3,49	5,95
Galat	12	0,35	0,03				
Total	15	2,49					

8.2.2 Masa inkubasi 20 har

ANOVA							
SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	4,89	1,63	78,15	**	3,49	5,95
Galat	12	0,25	0,02				
Total	15	5,14					

8.2.3 Masa inkubasi 30 hari

ANOVA							
SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	8,89	2,96	97,21	**	3,49	5,95
Galat	12	0,37	0,03				
Total	15	9,25					

8.3 Kalium

8.3.1 Masa Inkubasi 10 hari

ANOVA							
SK	Db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,000146657	4,9E-05	4,60735	*	3,49	5,95
Galat	12	0,000127325	1,1E-05				
Total	15	0,000273982					

8.3.2 Masa Inkubasi 20 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,0004	0,00013	13,1041	**	3,49	5,95
Galat	12	0,00012	1E-05				
Total	15	0,00052					

8.3.3 Masa Inkubasi 30 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,0008 7	0,0002 9	31,954 4	**	3,49	5,95
Galat	12	0,0001 1	9E-06				
Total	15	0,0009 7					

8.4 Nitrogen

8.4.1 Masa Inkubasi 10 hari

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,000107	3,6E-05	2,01193	TN	3,49	5,95
Galat	12	0,000212	1,8E-05				
Total	15	0,000319					

8.4.2 Masa Inkubasi 20 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	7E-05	2,3E-05	1,3157	TN	3,49	5,95
Galat	12	0,00021	1,8E-05				
Total	15	0,00028					

8.4.3 Masa Inkubasi 30 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,0001	5,1E-05	2,4513	8 TN	3,49	5,95
Galat	12	0,0002	2,1E-05				
Total	15	0,0004					

8.5 pH

8.5.1 Masa Inkubasi 10 hari

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,195085	0,06503	4,78583	*	3,49	5,95
Galat	12	0,163052	0,01359				
Total	15	0,358138					

8.5.2 Masa Inkubasi 20 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	0,7609892	0,25366	10,6887	**	3,49	5,95
Galat	12	0,2847827	0,02373				
Total	15	1,0457719					

8.5.3 Masa Inkubasi 30 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit		F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	1,5451	0,5150	16,991	3 **	3,49	5,95
Galat	12	0,3637	0,0303				
Total	15	1,9089					



8.6 Phospat

8.6.1 Masa Inkubasi 10 hari

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	28,16	9,39	93,80	**	3,49	5,95
Galat	12	1,20	0,10				
Total	15	29,36					

8.6.2 Masa Inkubasi 20 hari

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	114,06	38,02	335,50	**	3,49	5,95
Galat	12	1,36	0,11				
Total	15	115,42					

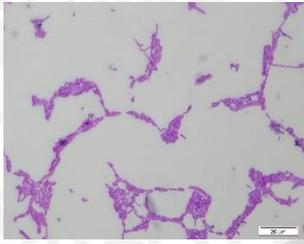
8.6.3 Masa inkubasi 30 hari

ANOVA

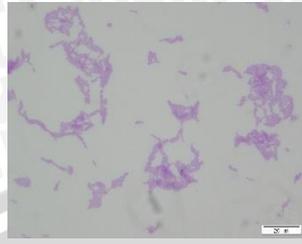
SK	db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	3	186,05	62,02	205,54	**	3,49	5,95
Galat	12	3,62	0,30				
Total	15	189,67					

Lampiran 9. Foto bakteri

P1 (100% bakteri)



P2 (50% bakteri)



P3 (25 % bakteri)

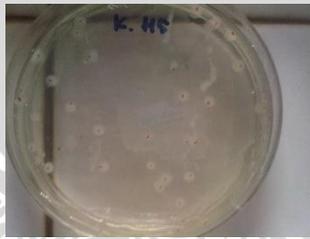


Lampiran 10. Foto bakteri cawan

Media NB



Media air kelapa



Larutan Gula



Larutan molase



Larutan Legen

