SKRIPSI

EKSPLORASI BAKTERI PEMANTAP AGREGAT TANAH ASAL RIZOSFER KELAPA SAWIT

EXPLORATION OF SOIL AGGREGATE STABILIZERBACTERIA FROM OIL PALM RHIZOSPHERE

Edis Apriyan
05111007126

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITASSRIWIJAYA
2016

SUMMARY

EDIS APRIYAN. Exploration of Soil Agreggate Stabilizer Bacteria from Oil palm Rhizosphere (Supervised by **Nuni Gofar and A. Madjid Rohim**).

This research aimed to exploration exopolysaccharide producer bacteriumfrom oil palm rhizosphere and test their ability to form soil aggregates. Selection and isolation were conducted at Soil Biology Laboratory of Agriculture Faculty of Sriwijaya University. Exploration of bacteriawas conducted by isolating bacteria from rhizosphere oil palm variuos ages, then the best exopolysaccharide was chosed from isolates, and then testing it in stabilizing soil aggregates. The result of research were three samples have a potention to produce exopolysaccharide (S1U1,S3U2,S4U1) marked by thick slime. Based on humage exopolisaccharide weight, isolates S4C2 from oil palm rhizosphere more than 10 age's (S4U1) be able to produce weight best exopolysaccharide that is 44,25 g mL^{-1}.Soil aggregate stability (very stable) were inoculated by S4C2 isolates significantly different than the stability of soil aggregates (not steady) without inoculated bacteria

Key words : bacteria, stabilizing soil aggregates, exopolysaccharide

RINGKASAN

EDIS APRIYAN. Eksplorasi Bakteri Pemantap Agregat Tanah Asal Rizosfer Kelapa Sawit (Dibimbing oleh **Nuni Gofar dan A. Madjid Rohim**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri penghasil eksopolisakarida asal rizosfer kelapa sawit dan menguji kemampuannya dalam membentuk agregat tanah.Seleksi dan isolasi bakteri dilakukan di Laboratorim BiologiTanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.Eksplorasi bakteri dilakukan dengan mengisolasi bakteri dari rizosfer kelapa sawit berbagai umur, kemudian dipilih isolat yang mampu menghasilkan eksopolisakarida terbaik, lalu mengujinya dalam memantapkan agregat tanah. Hasil penelitian menunjukkan tiga sampel berpotensi menghasilkan eksopolisakarida (S1U1,S3U2,S4U1) ditandai dengan adanya slime tebal. Berdasarkan perhitungan bobot eksopolisakarida, isolat S4C2 asal sampel rizosfer kelapa sawit berumur lebih dari 10 tahun (S4U1) mampu menghasilkan bobot eksopolisakarida terbaik yaitu 44,25 g mL^{-1}. Kemantapan agregat tanah yang diinokulasi bakteri S4C2 (sangat mantap) berbeda sangat nyata dibanding kemantapan agregat tanah tanpa diinokulasi bakteri (tidak mantap).

Kata kunci : bakteri, kemantapan agregat, eksopolisakarida

SKRIPSI

EKSPLORASI BAKTERI PEMANTAP AGREGAT TANAH ASAL RIZOSFER KELAPA SAWIT

EXPLORATION OF SOIL AGGREGATE STABILIZERBACTERIA FROM OIL PALM RHIZOSPHERE

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Edis Apriyan
05111007126

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN

EKSPLORASI BAKTERI PEMANTAP AGREGAT TANAH ASAL RIZOSFER KELAPA SAWIT

SKRIPSI

Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Oleh :

Edis Apriyan
05111007126

Indralaya, Maret 2016

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S	**Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M.S**
NIP. 196408041989032002	**NIP.196110051987031023**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Edis Apriyan
NIM : 051110007126
Judul : Eksplorasi Bakteri Pemantap Agregat Tanah Asal Rizosfer Kelapa Sawit

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam Skripsi ini merupakan hasil penelitian penulis sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya.Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini penulis buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Maret 2016
Yang membuat pernyataan

Edis Apriyan

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dusun Tumpang Rejo, Kecamatan Belitang pada tanggal 29 April 1991, merupakan putra sulung dari dua saudara.Orang tua penulis bernama Kasman dan Jumiyati.

Pendidikan dasar diselesaikan penulis pada tahun 2003 di SDN 246 Harjowinangun, kemudian penulis melanjutkan ke SMP PGRI Gumawang dan berhasil diselesaikan pada tahun 2006.Kemudian pendidikan SMA diselesaikan penulis pada tahun 2009 di MAN Gumawang, Belitang.Sejak Agustus 2011 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2011, penulis bergabung dengan Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) BWPI dan Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI).Pada tahun 2012 penulis bergabung dengan Organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FP) dan pengurus di Ikatan Mahasiswa Belitang (IMB). Pada tahun yang sama penulis menjadi salah satu delegasi BEM FP dalam Bina Desa Nasional yang dilaksanakan oleh Ikatan BEM Pertanian Indonesia (IBEMPI) di Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat. Pada Tahun 2013 penulis aktif sebagai pengurus di Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi (HIMAGROTEK) dan Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HIMILTA) sebagai salah satu Kepala Departemensertaaktif dalam kepengurusan Agroshop. Kemudian pada tahun 2014 penulis bergabung dengan Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Pertanian (DPM FP) sebagai wakil ketua 1.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Eksplorasi Bakteri Pemantap Agregat Tanah Asal Rizosfer Kelapa Sawit".Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwjaya.Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. dan Bapak Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penyusunan Skripsi ini dengan penuh kesabaran dan selalu memberikan motivasi untuk lebih baik lagi ke depannya.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis Bapak Kasman dan Ibu Jumiyati yang tiada henti-hentinya memberikan dorongan dan motivasi ketika terjadi kejenuhan dalam proses penyusunan Skripsi ini. Serta senantiasa memberikan dukungan material dan spiritual sehingga semangat penulis masih tetap terjaga sampai peyusunan Skripsi ini selesai.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Ibu Dra. Dwi Probowati Sulistiyani, M.S., Bapak Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P. dan Bapak Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. selaku dosen penguji atas saran dan masukan pada saat ujian. Semoga saran dan masukan tersebut dapat menjadi penyempurna kekurangan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan untuk semua staf Laboratorium Biologi, Kimia dan Fisika jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, yang telah membantu dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian di Laboratorium tersebut. Tak terkecuali pula staf TU dan administrasi Jurusan Tanah dan Program Studi Agroekoteknologi yang telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam setiap pelayanan yang diberikan kepada penulis.

Ucapan terima kasih kembali penulis sampaikan kepada Keluarga Besar Mahasiswa Agroekoteknologi 2011 yang berada di kompleks Perumahan Griya

Sejahtera atas semua bantuan dan dukungannya selama proses penyusunan Skrisi hingga selesai. Semoga setiap kebaikan rekan-rekan akan dibalas berlipat kebaikan pula oleh Allah SWT.

Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR..... ix

DAFTAR ISI..... x

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xiii

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Tujuan..... 4

1.3. Hipotesis 4

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kemantapan Agregat Tanah 5

2.2. Mikroba Pemantap Agregat 6

BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu..... 9

3.2. Alat dan Bahan 9

3.3. Metode Penelitian 9

3.4. Cara Kerja..... 10

3.4.1. Pengambilan Sampel 10

3.4.2. Kegiatan di Laboratorium 10

3.4.2.1. Pembuatan Medium Agar MAcConcey..... 10

3.4.2.2. Isolasi Bakteri Pemantap Agregat pada Medium MacConcey 11

3.4.2.3. Pembuatan Medium *American Type Culture Collection* (ATCC) 14 11

3.4.2.4. Isolasi Bakteri Pemantap Agregat pada Medium ATCC 14 12

3.4.2.5. Optimalisasi Produksi Eksopolisakarida 12

3.4.3. Pengujian Kemampuan Bakteri Pemantap Agregat 13

3.4.4. Pengamatan 13

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hubungan Umur Tanaman Terhadap Kelimpahan Bakteri 14

Halaman

4.2. Pembentukan Koloni dan Slime 15
4.3. Pertumbuhan Bakteri Pada Medium ATCC 16
4.4. Bobot Eksopolisakarida 18
4.5. Pengujian Kemampuan Bakteri Pemantap Agregat Tanah 19
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan 23
5.2. Saran 23
DAFTAR PUSTAKA 24

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 4.1.Koloni Bakteri Yang Berpotensi Sebagai
Penghasil Eksopolisakarida 15

Gambar 4.2. Hasil Goresan Pertumbuhan Bakteri
Pada Medium ATCC 14 15

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1. Koloni dan SlimeTerbentuk 14

Tabel 4.2. Bobot Eksopolisakarida Balteri Pemantap Agregat Tanah 17

Tabel 4.3. Hasil Analisis Kemantapan Agregat Tanah 19

Tabel 4.4. Tabel Indeks Klasifikasi Kemantapan Agregat Tanah 20

Tabel 4.5. Uji Beda Kemantapan Agregat Tanah yang Tidak Diinokulasi (kontrol) dengan Isolat S4C2 21

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara umum dapat dikatakan bahwa erosi dan sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terangkut di tempat lain. Proses erosi dan sedimentasi ini baru mendapat perhatian cukup serius oleh manusia pada sekitar 1940-an, setelah menimbulkan kerugian yang besar, baik berupa merosotnya produktivitas tanah serta yang tidak kalah pentingnya adalah rusaknya bangunan-bangunan keairan serta sedimentasi waduk. Daerah pertanian merupakan lahan yang paling rentan terhadap terjadinya erosi (Suripin, 2002).

Menurut Kironoto dan Yulistiyanto (2000), erosi yang juga disebut sebagai pengikisan atau kelongsoran tanah adalah merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan atau kekuatan air dan angin baik yang berlangsung secara alamiah maupun sebagai akibat atau tindakan dari manusia. Salah satu faktor yang berpengaruh penyebab terjadinya erosi adalah terjadinya kerusakan struktur tanah. Struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan susunan keruangan partikel-partikel tanah yang bergabung dengan satu dengan yang lain membentuk agregat. Dalam tinjauan morfologi, struktur tanah diartikan sebagai susunan partikel-partikel primer menjadi satu kelompok yang disebut agregat yang dapat dipisah-pisahkan kembali serta mempunyai sifat yang berbeda dari sekumpulan partikel primer yang tidak teragregasi (Suci dan Bambang, 2002).

Kerusakan struktur tanah diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah, yang disebabkan akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan. Penurunan kestabilan agregat tanah akan berakibat terhadap penurunan kandungan bahan organik tanah, aktivitas perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat agregat tanah tersebut selain menyebabkan agregat tanah relatif mudah pecah dan menyebabkan terbentuknya kerak di permukaan tanah *(soil crusting)* yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering (Suprayogo *et al*., 2005).

Bentuk dan stabilitas agregat serta persentase tanah yang teragregasi sangat berperan dalam menetukan tingkat kepekaan tanah terhadap erosi.Tanah yang peka terhadap erosi adalah tanah yang paling rendah persentase agregasinya.Tanah-tanah dengan tingkat agregasi yang tinggi, berstruktur kersai, atau granular tingkat penyerapan airnya lebih tinggi dari pada tanah yang tidak berstruktur atau susunan butir-butir primernya lebih rapat (Meyer dan Harmon, 1984).

Kemantapan agregat adalah salah satu sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi sifat fisik yang lain. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kemantapan agregat tanah, antara lain bahan organik tanah, mikroorganisme tanah, aktivitas perakaran, pengaruh kation dan pengaruh pengolahan tanah (Huygens *et al.*, 2005)

Kemantapan agregat tanah didefinisikan oleh Amezketa *et al*. (2003) sebagai kemampuan agregat untuk tetap utuh ketika suatu subyek memberikan tekanan dan merupakan suatu sifat tanah yang penting dalam mempengaruhi pergerakan dan penyimpanan air, aerasi, erosi, aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Kemantapan agregat tanah tidak berpengaruh secara langsung terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi akan mengubah lingkungan tanah secara fisik dan kimia dimana pertumbuhan akar tanaman sangat dipengaruhi oleh porositas, aerasi, kelembaban dan lain sebagainya.

Hubungan kemantapan agregat dan ukuran agregat adalah berbanding lurus, yakni semakin besar ukuran agregat maka kemantapan agregat semakin tinggi (Prasetya *et al.*, 2012). Demikian halnya dengan pernyataan Lado *et al*. (2004) bahwa tanah dengan agregat 2-4 mm memiliki kemampuan bertahan lebih lama terhadap proses pembasahan dan pencucian dari pada tanah yang memiliki ukuran agregat < 2 mm.

Mikroba yang dapat membentuk agregat tanah terdiri dari kelompok jamur dan bakteri gram positif dan gram negatif, diantaranya yaitu *Azotobacter chroococcum* (penghasil polisakarida) dan *Mucor hiemalis*. Sedangkan golongan jamur yang dapat membentuk agregat tanah adalah *Penicillium* dan *Aspergillus* terutama dalam komposisi bahan organik, beberapa spesies *Penicillium* mampu memproduksi antibiotik, serta beberapa mikoriza berinteraksi mutualistik dengan

tumbuhan. Caesar dan Cochron (2008), menambahkan golongan jamur Basidiomycetes yang bersifat saproba juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan stabilitas pembentukan agregat tanah.

Di dalam tanah, bakteri menghasilkan eksopolisakarida untuk melindungi sel dari kekeringan atau menempel pada suatu substrat untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Eksopolisakarida bakteri banyak dijumpai di sekeliling struktur luar sel serta ber-hubungan erat dengan bentuk kapsul sel bakteri atau yang diekskresikan ke medium pertumbuhan dalam bentuk slime (Tallgren *et al.*, 1999).

Eksopolisakarida (EPS) adalah salah satu polisakarida yang memiliki potensi untuk aplikasi di bidang industri farmasi, kesehatan dan pangan.Polimer ini dihasilkan oleh mikroba terutama bakteri asam laktat dengan memanfaatkan sumber karbon gula-gula pereduksi disintesis dan disekresikan keluar sel (Duboc and Mollet, 2001).Banyak mikroorganisme laut menghasilkan polimer ekstraseluler yang berbentuk lapisan mengelilingi sel untuk melindungi dari pengaruh buruk dan kondisi lingkungan yang ekstrem.Lingkungan yang ekstrem juga memberi keanekaragaman mikroba untuk memproduksi jenis EPS yang beraneka jenis dan menarik (Surekha *et al.*, 2010).

Pada lingkungan asli dan di laboratorium, mikroorganisme cenderung menghasilkan EPS berlebih pada kondisi terbatas-kadar nitrogen rendah. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan organisme seperti pH, salinitas, aerasi dan temperatur juga dapat mempengaruhi produksi EPS (Bhaskar and Bhosle, 2005). Produksi EPS diperoleh dari supernatan bebas sel (sentrifugasi pada 6000 rpm) sesuai metode Mozzi *et al.* (1994) yang dimodifikasi oleh Malaka (2005).

Bahan organik tanah dengan faktor lainnya berpengaruh terhadap kemantapan agregat tanahnya. Arsyad (2010) menjelaskan, bahan organik membantu agregasi dengan cara dua hal, yakni pengikatan secara kimia butir-butir liat melalui ikatan antara bagian-bagian negatif liat dengan gugusan positif (gugusan amine, amide, amino) pada senyawa organik berbentuk rantai (polimer) dan pengikatan secara kimia butir-butir liat oleh ikatan antara bagian (kedudukan) negatif liat dengan gugusan negatif (karboksil) pada senyawa organik berantai panjang dengan perantara pertautan basa (Ca dan Mg) dan ikatan hidrogen.

Selain bahan organik tanah yang berasal dari hasil dekomposisi tumbuhan, eksopolisakarida bakteri mendapat perhatian yang cukup besar dalam membentuk kemantapan agregat.Bakteri menghasilkan eksopolisakarida untuk melindungi sel dari kekeringan atau menempel pada suatu substrat untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya.Eksopolisakarida merupakan polimer dengan bobot molekul tinggi yang tersusun dari monosakarida dan beberapa bahan non karbohidrat seperti asetat, piruvat, suksinat, dan fosfat (Santi *et al*., 2008).

Berbagai mikroba menguntungkan asal tanah masam telah banyak dipelajari, termasuk pemantap agregat. Pada penelitian ini, peneliti akan melakukan eksplorasi bakteri yang mempunyai kemampuan menghasilkan eksopolisakarida yang diambil dari sekitar perakaran tanaman kelapa sawit dan menguji kemampuannya dalam memantapkan agregat tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri penghasil eksopolisakarida asal rizosfer kelapa sawit dan menguji kemampuannya dalam memantapkan agregat tanah.

1.3 Hipotesis Penelitian

Diduga terdapat bakteri penghasil eksopolisakarida asal rizosfer kelapa sawit yang memiliki kemampuan memantapkan agregat tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Alami, Y., W. Achouak, C. Marol and T. Heulin. 2000. Rhizosphere Soil Aggregation and Plant Growth Promotion of Sunflowers by an Exopolysaccharide-Producing *Rhizobium* sp Strain Isolated from Sunflower Roots. Appl. Environ. Microbiol., 66(8): 3393 - 3398.

Amezketa, E., R. Aragues, R. Carranza and B Urgel. 2003. Macroand Micro-aggregate Stability of Soils Determinedby a Combination of Wet-Sieving and LaserRaydiffraction. Spanish J Agric Res 1(4): 83-94.

Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Bogor (ID): IPB Press

Balittanah. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Bronick, C. J. and R. Lal. 2005. Soil Structure and Management: a review. *Geoderma.*124: 3 - 22.

Budiyanto, M. A. 2002. Mikrobiologi Terapan. UMM, Malang

Bueno, S. M. and C. H. Garcia-cruz. 2006. Optimization of Polysaccharides Production by Bacteria Isolated From Soil. Brazilian J Microbiol 37: 296-301.

Burdman, S., E. Jurkevitch, M. E. Soria-Diaz, A. M. G. Serrano and Y. Okon. 2000. Extracellular Polysaccharide Composition of *Azospirillum brasilense* and Its Relation. with cell aggregation. Microbiol.Lett., 189: 259 - 264.

Caesar, T. C. dan V. L. Cochron. 2008. Role of Sabrophytic Basidiomycete Soil Fungus in Agrégate Stabilization. Agricultural Research Laboratory, Sydney.

Cerda, A. 2000. Aggregate Stability Against Water Forces Under Different Climates on Agriculture Land and Scrubland in Southern Bolivia. Soil Till Res 57: 159 - 166.

De Leenheer and De Boodt. 1959. Determination of Aggregate Stability by The Change in Mean Weight Diameter. In: Proc. Internat. Symposium on Soil Structure, Ghent. Belgium Rijsklandbouwhogeschool, p. 290 - 300.

Duboc, P. and B. Mollet. 2001. Application of Exopolysaccharides in The Dairy Industry. Int Dairy. J. 11: 759 – 768.

Duta, F. P., A. C. A. Da Costa, L. M. D. A. Lopes, A. Barros, E. F. C. Servulo and F. P. de Franca. 2004. Effect of Process Parameters on Production of a Biopolymer by *Rhizobium* sp. Appl Biochem Biotechnol 114 (1), 639-652.

Dwidjoseputro, D. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi.Djambatan. Jakarta. 214 hal.

Emtiazi, G., Z. Ethemadifar and Habiibi. 2004. Production of Extracelluler Polimer in *Azotobacter* sp and Biosorpsi of Metal by Exopolymer. African Journal of Biotechnology. 3: 330 – 333.

Eynard, A., T. E. Schumacher, M. J. Lindstrom, D. D Malo and R. A. Kohl. 2006. Effects of Aggregate Structure and Organic C on Wettability of Ustolls. Soil & Till. Res 88, 205-216.

Gryze, S. D., L. Jassogne, H. Bossuyt, J. Six and R. Merckx. 2006. Water Repellence And Soil Aggregate Dynamics in a Loamy Grassland Soil as Affected by Texture. Eur J Soil Sci 57 : 235 - 246.

Holt, J. G. and N. R. Krieg. 1994. Enrich and Isolation. In: P. Gerhardt et al. (Eds.). Methods for General and Molecular Bacteriology.Washington D.C. ASM Press.205 p.

Huygens, D., P. Boeckx, O. Van Cleemput, C. Oyarzún and R. Godoy. 2005. Aggregate and Soil Organic Carbon Dynamics in South Chilean Andisols. Biogeosciences, 2, 159 - 174.

Irianto, A. 2002. Mikrobiologi Lingkungan. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka. Jakarta.

Kironoto, B. A., B, Yulistiyanto. 2000. Konservasi Lahan. Program Magister Pengelolaan Air. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Lado, M., A. Paz dan M. Ben-Hur. 2004. Organic Matter and Aggregate-Size Interaction in Infiltration, Sel Formation and Soil Loss. Soil Sci. Am. J. 68: 935 - 942

Lal, R. and Shukla. 2004. Principle of Soil Physics. New York (US): Marcel Dekker, Inc.

Malaka, R. 2005. Produksi Eksopolisakarida Ektraseluler dari *Lactobacillus bulgaricus* (Starter Susu Fermentasi) dan Aplikasinya pada Produk Ikan dan Daging.Disertasi Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.Makassar.

Meyer, L. D. And W. C. Harmon. 1984. Suspectibility of Agricultural Soils to Interil Erosion. Soil Sci.Soc.Am. J. 8: 1.152 – 1.157.

Mozzi, F., De Giori, G.S. Oliver, and G. F. de Valdez. 1994. Effect of Culture pH on The Growth Characteristics and Polysaccharide Production by *Lactobacillus casei*. Michwissenschaft 49 (12) : 667- 670.

Notohadiprawiro T. 1998. Tanah dan Lingkungan. Jakarta (ID): Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Prasetya, B., S. Prijono dan Y. Widjiawati. 2012. Vegetasi Pohon Hutan Memperbaiki Kualitas Tanah Andisol-Ngabab. Indonesian Green Technology Journal.Vol. 1 No. 1 : 4

Purwaningsih, S. 2004. Isolasi, Enumerasi dan Karakterisasi Bakteri *Rhizobium* Dari Tanah Kebun Biologi Wamena, Papua. Jurnal Dipublikasikan. Bidang Mikrobiologi. Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bogor.

Purwohadisantoso, K. 2008. Isolasi Bakteri Asam Laktat Dari Sayur kubis Yang Memiliki Kemampuan Penghambatan Terhadap Bakteri Patogen.Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang (Tidak dipublikasikan)

Remel. 2005. Microbiology Products : Instructions for Use of MacConkey Agar. http://www.remelinc.com. [28 Jun 2015]

Rohoskova, M. and M. Valla. 2004. Comparison of Two Methods For Aggregate Stability Measurement a Review. Plant Soil Environ 50 (8) : 379-382.

Santi, L. P, Ai Dariah and D. H. Goenadi.2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral Oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida. Menara Perkebunan 76 (2) : 92-102.

Santi, L. P., Sudarsono, D. H. Goenadi, K. Murtilaksono dan D. A. Santosa.2010. Pengaruh Pemberian Inokulan *Burkholderia cenocepacia* dan Bahan Organik Terhadap Sifat Fisik Bahan Tanah Tekstur Berpasir.Menara Perkebunan 78 (1). 8 - 16.

Serrato, R. V., G. L. Sassaki, L. M. Cruz, F. O. Pedrosa, P. A. J. Gorin and M. Lacomini. 2006. Culture Conditions for The Production of An Acidic Exopolysaccharide by The Nitrogen-fixing Bacterium *Burkholderia tropica*. Can J Microbiol 52(5): 489-493.

Suprayogo, D., Widianto, P. Purnomosidi, R. H. Widodo, F. Rusiana, Z. Z. Aini, N. Khasanah dan Z. Kusuma. 2005. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Surekha, K.S., G. B. Arun, A. C. Balu, M. B. Ibrahim and K. D. Prashant. 2010. Biosurfactants, Bioemulsifer and Exopolisaccharides from Marine Mikroorganisms. J. Biotechnol. Adv. 28: 436 – 450.

Suripin.2002. Pelestarian Sumber Daya dan Air.Yogyakarta.

Sylvia, D., J. Fuhrmann, P. Hartel and D. Zuberer. 2005. Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson Education Inc. NewJersey.

Tallgren, A. H., U. Airaksinen, R. Von Weissenberg, H. Ojamo, J. Kuusisto and M. Leisola. 1999. Exopolysaccharide-producing Bacteria from Sugar Beets. Appl Environ Microbiol 65 (2), 862-864.

UWA (University of Western Australia). 2004. Soil Aggregation. http://www. soilhealth.segs.uwa.edu.au. [21 Jun 2015].

Vijayabaskar, P. dan S. T. Somasundaram. 2008. Isolation of Bacteriocin Producing Lactic Acid Bacteria from Fish Gut and Probiotic Activity Common Fresh Water Fish Pathogen *Aeromonas hydrophyla*. Biotechnology. 7 (1) : 124 – 128.

Yang, C. H. and D. E. Crowley 2000.Rhizosphere Microbial Community Structure in Relation to Root Location and Plant Iron Nutritional Status. Appl Environ Microbiol 66:345-351.

Yusmandhany, E. S. 2001. Teknik Pemberian Biofertilizer Emas pada Tanah Podsolik (Ultisols) Rangkasbitung. Buletin Teknik Pertanian Volume 7(1): 30-32.