

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

## **Bacteria symbion landscape (*Oryctes rhinoceros* L.) as a bioactivator for oil palm empty fruit bunch for organic mulsa**

Marheni<sup>1\*</sup>, Lahmuddin Lubis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

\*Email: marheni.sembiring@yahoo.com

### **Abstract**

*Oryctes rhinoceros* is an important pest in oil palm plants attacking plants and immature plants. Utilization of oil palm empty fruit bunches in the field causes the spread and increase of *O. rhinoceros* attacks. The phenol compound and phenyl phenol released by decomposed oil palm empty fruit bunch attract *O. rhinoceros* to the organic material. The process of decomposition of oil palm empty fruit bunches 6-9 months resulted in an increase in pest population. *O. rhinoceros* larvae have symbiotic bacteria in their intestines and produce hydrolytic enzymes that have the potential and can be developed to degrade oil palm empty fruit bunch waste that is used as a composting starter. composting.

The materials used in this study were larvae of *O. rhinoceros* instar 3, culture media of NA, NB, fungi, trichoderma, yeast and other materials that support the research. Tools used in scalpels, measuring cups, microscopes and others.

The study was conducted at the Plant Disease Laboratory and Greenhouse, Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, University of North Sumatra, Medan from June 2019 to October 2019. This research used a Non Factorial Complete Randomized Design with 9 treatments and 3 replications. The results of the study were obtained 2 bacterial species namely *Achromobacter* SP and *Bacillus* SP then made as a composting activator. The use of this symbiont bacteria influences the physical and chemical factors of compost produced. As for physically obtained compost color in the treatment of P8 7.5 YR 2/1 (Black) while P0 7.5 YR 3/2 (Dark Brown). Compost has a soil aroma and temperature. Material reduction during composting from all treatments averaged 42.14%. The best C / N ratio is in the treatment of P7 (*Bacillus* + molasses) that is equal to 14.78% and the composting process lasts for 10 weeks.

**Keyword: Symbiotic bacteria, *Oryctes rhinoceros* larvae, bioactivars, composting**

### **Abstrak**

*Oryctes rhinoceros* merupakan hama penting pada tanaman kelapa sawit menyerang tanaman menghasikan dan tanaman belum menghasikan. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit di lapangan menyebabkan penyebaran dan peningkatan serangan *O. rhinoceros*. Senyawa fenol dan fenil fenol yang dikeluarkan tandan kosong sawit terdekomposisi memikat *O. rhinoceros* mendatangi bahan organik tersebut. Proses dekomposisi tandan kosong kelapa sawit 6-9 bulan mengakibatkan terjadinya peningkatan populasi hama. Larva *O. rhinoceros* memiliki bakteri simbiosis di dalam ususnya dan menghasilkan enzim hidrolitik yang berpotensi dan dapat dikembangkan untuk mendegradasi limbah tandan kosong kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai stater pengomposan Tujuan dari penelitian ini yaitu pemanfaatan bakteri simbiosis larva *O. rhinoceros* L. sebagai activator untuk mempercepat proses pengomposan.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, larva *O. rhinoceros* instar 3, media biakan NA, NB, jamur trichoderma, ragi dan bahan lain yang mendukung penelitian. Alat yang digunakan pisau bedah, gelas ukur, mikroskop dan lainnya.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan dari Juni 2019 sampai Oktober 2019. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun hasil penelitian didapat 2 spesies bakteri yaitu *Achromobacter* SP dan *Bacillus* SP kemudian dijadikan sebagai activator pengomposan. Penggunaan bakteri simbiosis ini berpengaruh terhadap faktor fisik dan kimia kompos yang dihasilkan. Adapun secara fisik diperoleh Warna kompos pada perlakuan P8 7,5 YR 2/1 (Hitam) sedangkan P0 7,5 YR 3/2 (Coklat Tua). Kompos memiliki aroma dan suhu seperti tanah. Reduksi bahan pada

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

saat pengomposan dari seluruh perlakuan rata-rata sebesar 42,14 %. Ratio C/N terbaik adalah pada perlakuan P7 (Bacillus + molase) yaitu sebesar 14,78 % dan proses pengomposan berlangsung selama 10 minggu.

**Kata Kunci: Bakteri simbiosis, larva *Oryctes rhinoceros*, bioaktivasi, pengomposan**

## 1. PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit belum optimal dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk organik dikarenakan tumpukan mulsa tandan kosong kelapa sawit pada tanaman menghasilkan menyebabkan terjadinya kelimpahan populasi kumbang *O. rhinoceros* dan larva dan pupa ditemukan sepanjang tahun di pertanaman kelapa sawit (Marheni, 2012). Yulia et al. (2010) mengatakan semakin tinggi tumpukan tandan kosong kelapa sawit semakin banyak populasi larva *O. rhinoceros*.

Tandan kosong kelapa sawit dan batang kelapa sawit merupakan media perkembangbiakan *O. rhinoceros*. Tandan kosong kelapa sawit mengandung 49,95 % selulosa, 22,85 % hemiselulosa dan 16,49 % lignin (Sidebang, 2008).

*O. rhinoceros* stadium larva mengkonsumsi tandan kosong kelapa sawit untuk pertumbuhan dan perkembangan larva menjadi pupa *O. rhinoceros*. Kelangsungan hidup larva *O. rhinoceros* dengan pakan tandan kosong kelapa sawit berlangsung selama 102,46 hari sementara dengan pakan batang kelapa sawit mencapai 151,1 hari (Marheni, 2012).

Serangga memetabolisme pakannya terkait dengan aktifitas nutrisi dan hormon dalam pertumbuhan, metamorfosis dan reproduksi dilaksanakan oleh sel-sel dalam fat body. Fat body merupakan organ endokrin, perannya berhubungan dengan penyimpanan dan pemanfaatan nutrisi, menghasilkan beberapa antimikroba peptida dan berpartisipasi untuk detoksifikasi pada metabolisme nitrogen (Law and Well, 1989). Fat body disusun tiga sel diantaranya mycetocytes yaitu sel yang mengandung sejumlah mikroorganisme yang berada di dalam usus dan bersimbiosis dengan serangga. Mikroorganisme mensintesa berbagai nutrisi yang dibutuhkan serangga (Douglas, 1989).

Mikroba dalam usus serangga mampu menghasilkan enzim hidrolitik sehingga dapat memanfaatkan lignoselulosa sebagai sumber energi (Suh et al. 2003). Bakteri memiliki berbagai aktivitas biokimia (pertumbuhan dan perbanyakan) dengan menggunakan raw material (nutrisi) yang diperoleh dari lingkungan sekitarnya. Transformasi biokimia dapat timbul didalam dan diluar dari bakteri yang diatur oleh katalis biologis yang dikenal sebagai enzim.

Pelczar dan Chan (1988) mengemukakan bahwa bakteri asli saluran pencernaan mempunyai hubungan mutualisme dengan inangnya, yaitu memanfaatkan inang sebagai tempat hidupnya. Penelitian tandan kosong sawit sebagai media perkembangbiakan *O. rhinoceros* telah banyak diteliti namun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri simbiosis pada saluran pencernaan yang menyebabkan kemampuan tumbuh dan berkembang stadium larva menjadi pupa *O. rhinoceros* dengan pakan tandan kosong kelapa sawit.

Tandan kosong kelapa sawit yang dikompos secara alami memerlukan waktu cukup lama berkisar 6-9 bulan. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan penyusunnya yaitu 45,9% selulosa, 46,5% hemiselulosa, dan 22,8% lignin. Kandungan penyusun tandan kosong kelapa sawit sukar untuk terdekomposisi (Susilawati, 2007).

Larva *O. rhinoceros* memiliki kandungan mikroba di dalam ususnya dan menghasilkan enzim hidrolitik. Potensi tersebut dikembangkan mendegradasi limbah tandan kosong kelapa sawit dengan cara mengisolasi dan memperbanyak bakteri didalam saluran pencernaan larva dan dijadikan sebagai stater pengomposan tandan kosong kelapa sawit (Aini, 2015).

Bakteri simbiosis Larva *O. rhinoceros* termasuk dalam golongan bakteri termofil dan dimanfaatkan sebagai stater pengomposan. Pemanfaatan stater bakteri dari genus *Bacillus* dapat mempercepat laju pengomposan dari 30 hari menjadi 18 hari (Sijabat et al., 2018).

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2019 hingga Oktober 2019. Eksplorasi bakteri dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan pelaksanaan aplikasi stater pengomposan dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *O. rhinoceros* L instar 3 di ambil dari tandan kosong sawit yang dikumpulkan dari areal perkebunan kelapa sawit. MediaCMC (Carboxy methyl cellulosa), SCA (Simmon's Citrate Agar), TSIA (Triple Sugar Iron Agar), Media SIM, Gelatin, NB, bahan untuk uji pewarnaan gram (crystal violet, lugol iodine, safranin, etil alkohol 95%, dan aquades), dan bahan lainnya yang diperlukan. Alat-alat yang digunakan untuk isolasi dan identifikasi antara lain, inkubator, autoclave, pipet, erlenmeyer, Bunsen, cawan Petri, neraca dengan ketelitian 0,1 g, gelas ukur, kapas, mikroskop binokuler, gelas objek, jarum ose, Pisau bedah, Thermometer, Thermal block PCR, mesin elektroforesis, UV iluminator, laminar air flow, hot plate stirer, freezer, ember dan alat lainnya yang diperlukan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga keseluruhan ada 27 perlakuan., P0 : Kontrol, P1 : Ragi (60 ml), P2 : Molase (60 ml), P3 : *A.xyloxydans* (40 ml), P4 : *A.xyloxydans* + ragi, P5 : *A.xyloxydans* + molase, P6 : *B.siamensis* (40 ml), P7 : *B.siamensis* + ragi, P8 : *B.siamensis* + molase.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil PCR divisualisasi pada gel agarosa 1% dan diwarnai dengan etidium bromida. DNA hasil amplifikasi tersebut dimurnikan lalu disekuens secara komersial untuk mengetahui urutan basa DNA-nya, Lalu data sekuens tersebut dibandingkan dengan data di GenBank dari database The National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), menggunakan program Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).

Identifikasi bakteri menggunakan 16S rRNA ini untuk mengetahui susunan dari nukleotida karena semua spesies memiliki perbedaan susunan atau deretan dari masing-masing rantai nukleotida (Timin, Guanin, Adenin, Cytosin). Sehingga dari susunan nukleotida tersebut dapat dilihat atau diidentifikasi spesies atau nama suatu organisme. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 2 (dua) isolat bakteri dan diidentifikasi secara molekuler untuk analisis spesies menggunakan sekuensing 16S rDNA spesies bakteri yaitu *Bacillus siamensis* dan *Achromobacter xylosoxydans*.

*B. siamensis* adalah bakteri yang berasal dari gram positif, fakultatif anaerobik dan berbentuk batang dan bergerak. Koloni pada media berwarna putih krem. Tumbuh pada suhu 37°C dengan pH 6-7 (Sumpavaporn et al., 2010). Menurut penelitian Chen et al (2016) *B. siamensis* merupakan bakteri biokontrol yang menghasilkan lipopeptida potensial mengurangi penggunaan pestisida di lahan pertanian untuk menghambat perkembangan jamur *Fusarium oxysporum*.

*Achromobacter* adalah bakteri yang merupakan gram-negatif bersifat aerob dan merupakan bakteri berbentuk batang tak berpigmen. Bakteri ini bersifat motil dengan satu atau lebih flagela. Bakteri dari genus *Achromobacter* ini tidak berkapsul, tidak membentuk spora, dan tumbuh dengan lambat. Bakteri genus *Achromobacter* dapat umum ditemukan di lingkungan yaitu pada tanah dan air, serta dapat pula ditemukan pada saluran pencernaan hewan seperti udang (Suminto, 2008).

Setelah didapatkan genus bakteri maka isolat bakteri tersebut dijadikan starter untuk mempercepat kematangan kompos. Karena genus *Achromobacter* dan *Bacillus* dapat menghasilkan enzim katalase dan oksidase yang dapat dimanfaatkan sebagai inokulum mikroba (Solihat, 2006).

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

### 3.1. Sifat Fisik Kompos

#### 3.1.1. Suhu

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dan dilanjut uji jarak duncan menunjukkan bahwa aplikasi bakteri dan bioktivor berpengaruh nyata terhadap suhu pengomposan.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi bakteri dan bioaktivator terhadap suhu pengomposan 0-6 MSA (0°C).

Perlakuan	Perubahan Suhu						
	0 msa	1 msa	2 msa	3 msa	4 msa	5 msa	6 msa
PO	26,00b	27,17e	27,67e	30,83d	30,83c	29,33c	27,50bc
P1	26,33ab	30,50cd	30,83d	31,17d	31,17c	31,17abc	27,50abc
P2	26,33ab	30,00d	30,33d	31,00d	31,83c	30,17bc	28,50ab
P3	26,83a	31,50abc	34,83c	37,50c	36,00b	33,17a	27,67a
P4	27,00a	31,33bc	36,83b	39,83c	36,50ab	33,00a	27,67abc
P5	27,17a	32,67a	36,83b	43,00b	36,33ab	33,00a	27,50a
P6	27,17a	31,50abc	35,50bc	44,83ab	37,67a	32,33ab	27,83c
P7	27,00a	31,83ab	39,33a	45,17a	37,17a	31,33abc	28,33a
P8	27,17a	32,33ab	39,50a	46,17a	35,33b	31,83abc	28,17abc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.

#### 3.1.2. Warna Kompos

Perubahan warna kompos tergantung bahan campuran yang digunakan. Pengukuran warna bahan dilakukan menggunakan Munsell Soil Color Chart dengan sistem warna Munsell yang terdiri dari tiga dimensi independent yang dapat diibaratkan seperti silinder tiga dimensi sebagai warna tak teratur yang solid : hue, diukur dengan derajat sekitar lingkaran horizontal, chroma, diukur radial keluar dari netral (warna abu-abu) sumbu vertical, dan value, diukur vertical dari 0 (hitam) sampai 10 (putih). Munsell menentukan jarak warna sepanjang dimensi ini dengan mengambil pengukuran dari respon visual manusia (Valkatus, 2014).

Tabel 2. Pengaruh pemberian bakteri dan bioaktivator terhadap perubahan warna kompos.

Perlakuan	Warna Kompos
PO	7,5 YR 3/2(Dark Brown)
P1	7,5 YR 3/2 (Dark Brown)
P2	7,5 YR 2,5/3(Very Dark Brown)
P3	7,5 YR 3/2 (Dark Brown)
P4	7,5 YR 3/2 (Dark Brown)
P5	7,5 YR 2,5/3(Very Dark Brown)
P6	7,5 YR 3/3 ( Dark Brown)
P7	7,5 YR 3/1 (Dark Brown)
P8	7,5 YR 2,5/1 (Black)

(Munsell Soil Color Chart)

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

Hasil skoring warna menunjukkan pada awal pengamatan semua perlakuan menunjukkan hue yang sama (hue 7,5 YR), memiliki value yang sama dan chroma yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya perbedaan pemberian bakteri simbiosis dan bioaktivator.

Perbedaan warna kompos pada akhir pengamatan menunjukkan tingkat kematangan kompos Junedi (2008) mengemukakan bahwa kompos yang dikatakan matang jika memiliki perubahan warna menjadi semakin gelap dan berbau tanah.

### 3.1.3. Sifat kimia kompos

#### 3.1.3.1. Kandungan C-org, N dan C/N Kompos

Analisis kandungan C-org, N dan C/N kompos dilakukan di PT. Socfin Indonesia. Kandungan C-org dan N pada kompos berhubungan dengan nilai C/N kompos yang akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengaruh pemberian bakteri dan bioaktivator terhadap kandungan C-org, N dan C/N kompos

Perlakuan	Parameter					
	Kandungan C-Organik (%)		Kandungan N (%)		Kandungan C/N	
	8 MSA	10 MSA	8 MSA	10 MSA	8 MSA	10 MSA
PO	42,16	35,88	1,61	2,05	26,19	17,5
P1	43,72	36,97	1,64	2,08	26,66	17,77
P2	41,85	37,91	1,87	1,7	22,38	22
P3	42,32	36,66	1,47	1,73	28,79	21,19
P4	42,63	36,03	1,65	1,9	25,84	18,96
P5	41,38	37,13	1,53	1,74	27,05	21,34
P6	42,94	36,35	1,61	1,94	26,67	18,74
P7	40,75	37,6	1,88	2,67	21,68	14,78
P8	42,32	39	1,83	1,74	23,13	22,41

Hasil analisis kompos C/N tertinggi pada minggu ke-8 diperoleh dari perlakuan P3 dan yang terendah P7 sedangkan pada minggu ke-10 hasil analisis C/N tertinggi adalah P8 dan yang terendah P7. Menurut Atmojo (2003) penambahan aktivator, menyebabkan proses dekomposisi bahan organik berjalan cepat, sehingga terjadi penurunan kadar karbon. Kondisi tumpukan kompos dapat mengisolasi panas dengan cukup mengakibatkan kandungan C organik yang ada dalam setiap bahan kompos dapat terdekomposisi dengan baik.

Menurut Mirwan (2015) C-organik merupakan indikator telah terjadinya proses dekomposisi dalam pengomposan dan kematangan kompos. Kadar karbon cenderung mengalami penurunan. Dalam proses dekomposisi, karbon digunakan sebagai sumber energi untuk menyusun bahan selular sel-sel mikroba dengan membebaskan CO<sub>2</sub> dan bahan lain yang menguap.

Kandungan C-organik pupuk berkisar dari tinggi sampai sangat tinggi. Total C-organik dalam pupuk dipengaruhi oleh kualitas bahan organik dan aktifitas mikroorganisme yang terlibat dalam penguraian bahan organik. Dalam proses dekomposisi, karbon digunakan sebagai sumber energi untuk menyusun bahan selular sel-sel mikroba dengan membebaskan CO<sub>2</sub> dan bahan lain yang menguap. Penambahan aktivator, menyebabkan proses dekomposisi bahan organik berjalan cepat, sehingga terjadi penurunan kadar karbon. Kandungan karbon organik yang terdapat dalam kompos P4 dengan bioaktivator berupa ragi.

Menurut Sujiwo et al., (2012), peningkatan kadar N dikarenakan proses dekomposisi oleh mikroorganisme yang menghasilkan amonia dan nitrogen terperangkap di dalam tumpukan kompos karena pori-pori tumpukan kompos yang sangat kecil sehingga amonia dan nitrogen yang terlepas ke udara berada dalam jumlah yang sedikit.

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

Tersedianya nitrogen dalam jumlah yang tinggi karena terjadi proses dekomposisi yang lebih sempurna, sedangkan nitrogen yang rendah disebabkan kemungkinan nitrogen banyak menguap. Organisme yang bertugas dalam menghancurkan material organik membutuhkan Nitrogen (N) dalam jumlah yang besar. Nitrogen akan bersatu dengan mikroba selama proses penghancuran material organik. Setelah proses pembusukan selesai, nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam kompos.

Tandan kosong kelapa sawit mempunyai kadar C/N yang tinggi yaitu 45- 55 (Darmosarkoro dan Winarna, 2007). Hal ini dapat menurunkan ketersediaan unsur N pada tanah karena unsur N termobilisasi dalam proses perombakan bahan organik oleh mikroba tanah. Dari hasil pengomposan tandan kosong kelapa sawit pada berbagai perlakuan tersebut, jika dilihat dari imbalan C/N rasionya menunjukkan bahwa sebagian besar kompos pada semua perlakuan telah sesuai dengan standar kualitas yang baik menurut SNI 19 – 7030 – 2004 yaitu 10-20. Hanya pada perlakuan P2, P3, P5 dan P8 nilai ratio C/N masih cukup tinggi karena belum terurai secara keseluruhan.

#### 4. KESIMPULAN

Perlakuan dengan warna yang paling pekat adalah G8 (Bacillus + molase) dimana hue (7,5 YR), value 2 dan chroma 1 (Black), sedangkan pada perlakuan P0 (kontrol) dimana hue (7,5 YR), value 3 dan chroma 2 (Dark Brown). Bau kompos yang paling cepat mengalami perubahan bau pada perlakuan G8 (Bacillus + molase) pada 2 msa, sedangkan pada perlakuan lain pada 3 msa. Ratio C/ N terbaik adalah pada perlakuan G7 (Bacillus + ragi) yaitu sebesar 14,78.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian pada masyarakat mengucapkan terima kasih kepada pihak LPPM USU yang telah memberikan dana kepada pengabdian ini. Terima kasih juga kepada pihak mitra yang telah kooperatif di dalam pelaksanaan pengabdian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aini N.A. 2015. *Peranan Bakteri dalam Usus Rayap Tanah Macrotermes gilvus Hagen sebagai Agen Biologis Degradasi Bahan Organik*. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Antriana N. 2014. *Isolasi Bakteri Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (Macrotermes spp.)*. Jurnal, Jurusan FMIPA Universitas Jember.
- Arumsari S.A., Pangastuti., A. Susilowati., T. Purwoko dan D. Panutun. 2016. *Cellulolytic and Hemicellulolytic Bacteria from the gut of Oryctes rhinoceros Larva Biodiversitas*. Vol 17 No 1.
- Asngad A. dan Supardi. 2005. Model pengembangan Pembuatan Pupuk Organik dengan Inokulum (Studi Kasus Sampah Di TPA Mojosongo Surakarta dalam *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 6(20):101- 11.
- Bangun M.K. 1991. *Rancangan Percobaan Bagian Biometri*, Fakultas Pertanian, Medan.
- Cappucino J.G. and N. Sherman. 1987. *Microbiology, A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California USA. P.127-148.

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

- Chandel M., Kaur S dan Kumar S. 2011. Studies on the genoprotective/antioxidant potential of methanol extract of *Anthocephalus cadamba* (Roxb) Miq. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(19):4764–4770.
- Chen Q., Liu W, Che, Liu G, Gong, Guan. 2016. Anti Fungal Lipopeptides Produced by *Bacillus Siamensis* FJAT28592. *Journal of Agricultural Biotechnology*. DOI : 10.3969/J.ISSN. 1674-7968.
- Darmoko dan A.S. Sutarta. 2006. Ilmu Tanah dan Agronomi. Dari [http://TKS/ilmu\\_tanah\\_dan\\_agronomi.htm](http://TKS/ilmu_tanah_dan_agronomi.htm). [diakses 20 Januari 2018].
- Desi Y., Habazar T dan Khairul. 2014. Karakteristik morfologi dan fisiologis isolat-isolat *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* pada jagung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10 (2): 45-52. Esker.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Sawit Tahun 2011-2013*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Elevri, P.A. dan S.R. Putra. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. *Akta Kimindo* 1(2): 105 – 114
- Elfiati D. dan E. B. Mulya. 2010. *Pemanfaatan Kompos Tandan Kosong Sawit Sebagai Campuran Media Tumbuh Dan Pemberian Mikoriza Pada Bibit Mindi*. Program Studi Kehutanan USU, Medan.
- Hadioetomo R.S. 1990. *Mikrobiologi dasar dalam praktek teknik dan prosedur dasar laboratorium*. Penerbit PT Gramedia, Jakarta. Hal 103-104.
- Hardi A. 2013 . *Aplikasi Baculovirus oryctes Berkaitan dengan Ekologi Oryctes rhinoceros Pada Pengendaliannya di Perkebunan Kelapa Sawit*. Institut Pertanian Bogor.
- Haryani A. 2012. *Uji efektivitas daun pepaya (Carica papaya) untuk pengobatan infeksi Aeromonas hydrophila pada ikan mas koki (Carassius auratus)*. Skripsi. Program Studi Sarjana Perikanan. Universitas Padjadjaran.
- Hidayat W. 2013. *Isolasi dan Skrining Bakteri Selulolitik Dari Saluran Pencernaan Larva Oryctes rhinoceros*. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sebelas Maret.
- Holt J.G., Krig, NR Sneath, P Staley, and Williams S.1994. *Bergeys Manual of Determinative Bacteriology*, 9th Edition, Lipincott William and Wilkins Company : Philadelphia USA.
- Izza I. 2011. *Isolasi Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Tanaman Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa) yang Berpotensi Sebagai Penghasil Antimikroba*. FMIPA Universitas Islam Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- James G., Cappuccino and Natalie Sherman. Published by Benjamin Cummings. 2014. *Microbiology A Laboratory Manual is known for its thorough coverage*, 10th edition-my pearsonstore.
- Jawetz E., Melnick J.L., and Adelberg. E.A. 2007. *Mikrobiologi Kedokteran*. Buku 1. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.

Marheni, dkk. Bacteria symbion landscape.

---

- Khan, M.A.I., K. Ueno, S. Horimoto, F. Komai, K. Tanaka, Y. Ono. 2009. Physicochemical, including spectroscopic, and biological analyses during composting of green tea waste and rice bran. *Biol Fertil Soils* 45:305-313.
- Kusmiyarti T.B. 2013. *Kualitas Kompos dari Berbagai Kombinasi Bahan Baku Limbah Organik*. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bali.
- Lay W.B. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Edisi I. Jakarta. PT.Raja Grafindo Persada.
- Lestari D.S., Kamir R dan Rahayu. *Pengaruh Trichoderma Sp. dan Molase Terhadap Sifat Biologi Tanah Di Sekitar Lubang Resapan Biopori Pada Latosol Darmaga*. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Loring D.A. 2007. Competitive Testing of SLPLAT-RB (*Oryctes rhinoceros* ) Male Aggregation Peromone- Mass Trapping In Oil Palm And Coconout Estates. *The Planter*.(979): 657-663.
- Marheni. 2012. Karakteristik Bioekologi *Oryctes rhinoceros* L. Pada Pertanaman Kelapa Sawit. Disertasi. UGM. Yogyakarta.
- Miller J. C. 1991. *Statistika untuk Kimia Analitik Edisi Kedua*. Translated by Drs. Suroso, M.Sc. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Mohan. 2002. *Deskripsi dan Ekologi Oryctes rhinoceros* L. Pada Pertanaman Kelapa Sawit. Jurnal, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Muyzer G, De Waal E, Uitterlinden G. 1992. *Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16s rRNA*. 59(3): 695-700.
- Sijabat O.S., Marheni dan Darma Bakti. 2018. *The Identification Of Bacterial Symbiont's of The Larvae Oryctes rhinoceros* L. and The Role of The Bacteria in Composting Process. Faculty of Agriculture University of North Sumatra. Medan.