

PENGARUH INOKULAN DAN KOMPOS RAMI TERHADAP EFISIENSI DEGRADASI HIDROKARBON, POPULASI TOTAL FUNGI DAN TINGGI RAMI

(EFFECT OF INOCULANT AND RAMIE COMPOST ON EFFICIENCY DEGRADATION HIDROKARBON, POPULATION TOTAL FUNGI AND RAMIE)

Yuhanidz, Pudjawati Suryatmana, dan Betty Natalie Fitriatin

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

¹Jl. Raya Bandung-Sumedang KM. 21, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat

email: nyuhanidz@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rami, kompos rami, dan jenis inokulan terhadap efisiensi degradasi hidrokarbon, populasi total fungi dan tinggi tanaman rami. Penelitian dilakukan dengan menggunakan RAK faktorial dengan 2 Faktor. Perhitungan populasi total *Aspergillus niger* dilakukan dengan menggunakan metode *total plate count (TPC)*, sedangkan pengukuran kadar *total petroleum hydrocarbons (TPH)* menggunakan metode gravimetri. Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat dengan ketinggian 822 mdpl. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman dan Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Percobaan dilaksanakan dari bulan November 2017 sampai dengan bulan Februari 2018. Hasil penelitian tidak menunjukkan adanya interaksi antara inokulan dan kompos rami terhadap efisiensi degradasi, populasi total fungi dan tinggi tanaman rami pada proses fitoremediasi limbah minyak bumi, serta tidak diperoleh jenis inokulan dan dosis kompos rami terbaik terhadap efisiensi degradasi, populasi total fungi, dan tinggi tanaman rami pada fitoremediasi limbah minyak bumi.

Kata kunci: *inokulan, rami, hidrokarbon, fitoremediasi*

Abstract

This study was aimed at determining the effect of ramie, ramie compost and types of inoculants on the efficiency of hydrocarbon degradation, total fungi population, and ramie height. The study was conducted using factorial RAK with 2 factors. The calculation of the total population of *Aspergillus niger* was done using the total plate count (TPC) method, while the measurement of total *petroleum hydrocarbons (TPH)* levels used the gravimetric method. The experiment was conducted at the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor, West Java with an altitude of 822 meters above sea level. Soil analysis was carried out at the Soil Fertility and Plant Nutrition Laboratory and the Soil Biology Laboratory, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. The experiment was conducted from November 2017 to February 2018. The results of the study do not show an interaction between inoculants and ramie compost on the efficiency of degradation, total fungi population and ramie height in the phytoremediation process of petroleum waste. The results also showed that there was no best type of inoculant and ramie compost dose for degradation efficiency, total fungi population and ramie height in phytoremediation of petroleum waste.

Keywords: *inoculant, ramie, hydrocarbons, phytoremediation*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki keunggulan dalam sumber daya alam khususnya dalam sektor perminyakan dan pertambangan. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia menempati peringkat ke-23 di dunia dalam tingkat produksi minyak bumi yaitu sebesar 789.000 Barrel per harinya. Kegiatan pengilangan minyak bumi tidak terlepas dari tumpahnya minyak mentah atau limbah minyak bumi di daerah sekitar pengilangan minyak yang menyebabkan pencemaran lingkungan (Sulistiyono, Suntoro, & Masykuri, 2012).

Daerah pengilangan minyak bumi di Indonesia salah satunya adalah Kilang Minyak Pusdiklat Migas Cepu Blora Jawa Tengah yang dikelola oleh PT Pertamina EP Region Jawa Field Cepu. Minyak tercecer di sekitar pengilangan yang mencapai 5.169,73 Liter per bulannya (Sulistiyono dkk., 2012) Tumpahan minyak bumi mentah termasuk ke dalam kategori B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.

Bioremediasi dapat menjadi alternatif untuk pemulihan tanah tercemar minyak bumi. Bioremediasi merupakan metode pemulihan lahan yang lebih ramah lingkungan, murah dan tidak menyebabkan efek samping terhadap tanah dan lingkung-

an (Lumbanraja, 2014). Salah satu cabang metode bioremediasi adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan kegiatan menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai agen remediatornya (Juhaeti, Syarif, & Hidayati, 2005). Metode fitoremediasi memiliki kelemahan yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi hidrokarbon cukup lama, agen remediator (tanaman) harus beradaptasi terlebih dahulu dengan tanah toksisitas tinggi dan ketersediaan nutrisi untuk tanaman dan mikroba rendah. Sehingga pada percobaan ini perlu dilakukan penambahan inokulan dan *bulking agent* yang diharapkan mampu berinteraksi untuk mendukung proses fitoremediasi. Penambahan inokulan seperti *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp., *Pseudomonas cepacia*, dan *Aspergillus niger* diharapkan mampu memudahkan serta mempercepat terjadinya degradasi hidrokarbon dalam tanah.

Penambahan *bulking agent* bertujuan untuk menggemburkan tanah dan meningkatkan porositas tanah sehingga memudahkan akar dalam mengambil hara dan mendegradasi hidrokarbon pada tanah tercemar minyak bumi (Juliani, 2011). Salah satu jenis *bulking agent* adalah kompos. Kompos mampu meningkatkan porositas tanah yang berpengaruh pada aerasi sehingga mikroba dapat melakukan

pertukaran oksigen untuk kelangsungan hidupnya (Aliyanta, Sumarlin, & Mujab, 2011). Kompos yang digunakan berasal dari tanaman rami itu sendiri, karena percobaan ini menganut *zero waste*.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat dengan ketinggian 822 mdpl. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman dan Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Percobaan dilaksanakan dari bulan November 2017 sampai dengan bulan Februari 2018.

Alat yang digunakan pada percobaan ini adalah peralatan untuk analisis kimia; peralatan untuk analisis *Total Plate Count (TPC)*; peralatan untuk analisis *Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)*; peralatan untuk analisis parameter penunjang: pH meter, meteran, thermometer, soil moisture tester, dan fluks meter; peralatan pendukung yang digunakan dalam penelitian di antaranya: cangkul, timbangan, pisau, penggaris, emrat, sekop, sendok tembok, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan adalah tanah *inceptisol* yang diambil dari lahan percobaan Ciparanje Jatinangor; limbah minyak bumi dari

Pertamina Balongan Indramayu; inokulan bakteri *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp., *pseudomonas cepacia*; inokulan fungi *Aspergillus niger*; klon tanaman rami var. Lembang yang berasal dari Wonosobo Jawa Tengah diperbanyak menggunakan rimpang tanaman rami; bahan kimia untuk perhitungan TPH yaitu n-heksan; media biakan isolasi mikroba indigenus yaitu media ashby, media PDA, media pikovskaya, media okon, pupuk kompos dari tanaman rami, dan pupuk anorganik.

Metode percobaan yang digunakan adalah metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan menggunakan dua faktor untuk mengetahui interaksi antara dua faktor. Faktor *pertama* pada penelitian ini adalah pemberian inokulan yang terdiri dari 6 taraf. Faktor *kedua* adalah pemberian kompos tanaman rami yang terdiri dari 4 taraf. Jumlah kombinasi perlakuan pada penelitian ini sebanyak $6 \times 4 = 24$ dengan kombinasi ulangan perlakuan sebanyak 3 ulangan sehingga didapat seluruh total satuan percobaan sebanyak 72 satuan percobaan. Perhitungan populasi total *Aspergillus niger* dengan metode TPC dan pengukuran kadar TPH dengan metode gravimetri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan kontrol menunjukkan angka yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang ditambahkan inokulan (Tabel 1). Hal

Tabel 1

Pengaruh Penambahan Inokulan dan Kompos Rami terhadap Efisiensi Degradasi Hidrokarbon pada Proses Fitoremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi selama 11 Minggu

Perlakuan	Efisiensi Degradasi Hidrokarbon (%)
Penambahan Inokulan (A)	
a ₀ = Tanpa Inokulan	85,50 a
a ₁ = <i>Azotobacter vinelandii</i> 2%	83,42 a
a ₂ = <i>Azospirillum sp</i> 2%	85,87 a
a ₃ = <i>Aspergillus niger</i> 2%	82,91 a
a ₄ = <i>Pseudomonas cepacia</i> 2%	84,39 a
a ₅ = Konsorsium 2%	81,89 a
Penambahan Kompos Rami (B)	
b ₀ = Tanpa Kompos Rami	83,59 a
b ₁ = Kompos Rami 125 g	82,93 a
b ₂ = Kompos Rami 250 g	84,92 a
b ₃ = Kompos Rami 375 g	84,54 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata.

ini diduga terjadi karena pada media tanah terdapat mikroba indigenus yang bersifat petrofilik, yaitu mikroba yang mampu mendegradasi hidrokarbon minyak bumi menjadi senyawa yang lebih sederhana (Munawar & Elfita, 2015).

Nilai efisiensi degradasi hidrokarbon oleh *Azospirillum* tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain bahkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini mungkin terjadi karena adanya penurunan pH pada t₁₁ yang mencapai 5,8. Penurunan pH terjadi karena aktifitas metabolisme yang menghasilkan asam-asam organik. Asam organik yang dihasilkan dapat menyebabkan kondisi tanah menjadi asam dan pH menjadi turun.

Proses biodegradasi pH optimum adalah 7-8 sehingga penurunan pH tanah menghambat terjadinya biodegradasi oleh mikroba pada t₁₁ hal ini sejalan dengan penelitian (Handrianto, Rahayu, & Yuliani, 2012). Kurniawan (2008) menyatakan bahwa selain pH, faktor yang menjadi penghambat biodegradasi hidrokarbon minyak bumi adalah jenis dan konsentrasi polutan di dalam tanah (Estuningsih, Juswardi, Yudono, & Yulianti, 2013). Pada t₁₁ hidrokarbon yang tersisa pada tanah bersifat lebih kompleks sehingga sukar terdegradasi.

Faktor lingkungan lain yang berpengaruh pada efisiensi degradasi hidrokarbon adalah kelembaban udara di lapangan

yaitu 81 kurang cocok dengan kelembaban udara optimal pertumbuhan tanaman rami yaitu 83-89. Kelembaban yang tidak sesuai menyebabkan proses fotosintesis tanaman rami menjadi lambat. Fotosintesis pada tanaman rami mempengaruhi jumlah fotosintat pada tanaman berupa gula atau glukosa yang terkandung pada eksudat akar (Nuraini & Wulandari, 2017) sehingga eksudat akar kurang mendukung aktivitas mikroba untuk mendegradasi hidrokarbon pada tanah tercemar limbah minyak bumi.

Faktor mandiri konsentrasi kompos tidak berpengaruh nyata terhadap nilai efisiensi degradasi hidrokarbon. Tujuan diberikan kompos adalah sebagai *bulking*

agent untuk meningkatkan porositas tanah sehingga terjadi aerasi tanah yang baik. Aerasi tanah yang baik mendukung aktivitas mikroba dalam melakukan degradasi hidrokarbon. Dalam penelitian ini faktor mandiri konsentrasi kompos dalam meningkatkan efisiensi degradasi hidrokarbon tidak berpengaruh nyata, diduga karena dosis yang diberikan belum cukup sehingga tujuan pemberian konsentrasi pupuk tidak tercapai. Dosis yang digunakan pada penelitian ini adalah setengah dari dosis normalnya, pemberian setengah dosis dimaksudkan untuk melihat kinerja dari tanaman dan inokulan sehingga data yang dihasilkan tidak bias. Tetapi pada

Tabel 2
Pengaruh Penambahan Inokulan dan Kompos Rami terhadap Populasi Total Fungi pada Proses Fitoremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi selama 11 Minggu

Perlakuan	Populasi Total Fungi (x 10 ⁴ cfu g ⁻¹)
Penambahan Inokulan (A)	
a ₀ = Tanpa Inokulan	2,05 a
a ₁ = <i>Azotobacter vinelandii</i> 2%	2,70 bc
a ₂ = <i>Azospirillum sp</i> 2%	2,45 ab
a ₃ = <i>Aspergillus niger</i> 2%	3,01 c
a ₄ = <i>Pseudomonas cepacia</i> 2%	2,46 bc
a ₅ = Konsorsium 2%	2,86 b
Penambahan Kompos Rami (B)	
b ₀ = Tanpa Kompos Rami	2,62 a
b ₁ = Kompos Rami 125 gr	2,56 a
b ₂ = Kompos Rami 250 gr	2,64 a
b ₃ = Kompos Rami 375 gr	2,53 a

Keterangan: Angka yang tidak diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

kenyataannya setengah dosis yang diberikan tidak mampu memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Dosis yang terlalu rendah menyebabkan kinerja kompos tidak maksimal dalam meningkatkan nutrisi bagi mikroba untuk melakukan proses metabolisme dalam mendegradasi hidrokarbon pada tanah tercemar limbah minyak bumi (Aliyanta dkk., 2011)

Pengaruh Penambahan Inokulan dan Kompos Rami terhadap Populasi Total Fungi pada Perlakuan penambahan inokulan memberikan nilai yang berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan penambahan *Azotobacter vinelandii* memiliki nilai tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *Aspergillus niger* dan keduanya memiliki nilai yang berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *Azospirillum* sp dan perlakuan konsorsium. Nilai tertinggi cenderung pada perlakuan penambahan *Aspergillus niger*. Hal ini mungkin terjadi karena fungi yang ditambahkan mampu bertahan hidup dan beradaptasi pada tanah tercemar minyak bumi (Primadipta & Titah, 2017). Perlakuan penambahan *Pseudomonas cepacia* membuktikan bahwa terjadi sinergisme antara *Pseudomonas* dan fungi. Hal ini sesuai dengan penelitian Fitriatin, Yuniarti, Mulyani, Fauziah, dan Tiara (2009) yang menemukan bahwa akteri *Pseudomonas* dan fungi bekerja secara sinergis mengeluarkan enzim fosfatase dalam proses mineralisasi

dan imobilisasi untuk mengubah P organik menjadi P anorganik. Begitu juga dengan perlakuan *Azotobacter vinelandii*, terjadi interaksi yang sinergis antara bakteri pemfiksasi N dan Mikroba Pelarut fosfat (Fitriatin dkk., 2009). Kompos rami diharapkan mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi total fungi, tetapi pada penelitian ini kompos rami tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata.

Kondisi lingkungan tumbuh tanaman rami yang toksik, menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman rami menjadi terhambat. Faktor penambahan inokulan dan kompos rami tidak menunjukkan adanya interaksi antarkedua faktor. Tetapi terdapat pengaruh mandiri terhadap tinggi tanaman rami pada tanah tercemar minyak bumi. Tinggi tanaman rami pada selM 11 minggu berkisar antara 26-29 cm (Tabel 3).

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan inokulan berupa *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp, *Aspergillus niger*, *Pseudomonas cepacia*, dan Konsorsium tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Hal ini disebabkan oleh polutan hidrokarbon yang tersisa di dalam tanah pada minggu ke-11 merupakan hidrokarbon yang lebih resisten sehingga sulit didegradasi dan menjadikan penurunan kinerja dari mikroba. Menurunnya kinerja dari mikroba menyebabkan terhambatnya suplai N, fosfat terlarut, biosurfaktan untuk

Tabel 3
Pengaruh Penambahan Inokulan dan Kompos Rami terhadap Tinggi Tanaman Rami pada Proses Fitoremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi selama 11 Minggu

Perlakuan	Tinggi Tanaman Rami (cm)
Penambahan Inokulan (A)	
a ₀ = Tanpa Inokulan	27,83 a
a ₁ = <i>Azotobacter vinelandii</i> 2%	27,58 a
a ₂ = <i>Azospirillum sp</i> 2%	27,66 a
a ₃ = <i>Aspergillus niger</i> 2%	29,16 a
a ₄ = <i>Pseudomonas cepacia</i> 2%	26,50 a
a ₅ = Konsorsium 2%	26,16 a
Penambahan Kompos Rami (B)	
b ₀ = Tanpa Kompos Rami	27,89 a
b ₁ = Kompos Rami 125 gr	29,67 a
b ₂ = Kompos Rami 250 gr	29,50 a
b ₃ = Kompos Rami 375 gr	28,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata.

melarutkan hidrokarbon serta fitohormon bagi pertumbuhan tinggi tanaman rami (Feitriani, 2012). Nilai tertinggi cenderung pada perlakuan penambahan inokulan *Aspergillus niger* yaitu 29,16 cm. Hal ini disebabkan oleh fungi mampu hidup pada pH yang rendah sehingga keberadaannya lebih dominan dan lebih berpengaruh dibandingkan mikroba lainnya. Pada t₁₁ tanah mengalami penurunan pH yaitu berkisar antara 5,5-6,8. Bbakteri dominan beraktivitas optimal pada pH 6-8. Selain itu, fungi mampu menghasilkan hormon IAA yang membantu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap

kondisi toksik (Subowo, 2014). Salah satu peran IAA yang dihasilkan oleh jamur adalah untuk memediasi interaksi antara jamur dan tanaman (Abri, Kuswinanti, Sengin, & Sjahrir, 2015).

Perlakuan penambahan kompos terhadap tinggi tanaman rami pada media tanah tercemar minyak bumi tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol. Hal ini diduga terjadi karena penambahan dosis kompos yang sedikit dan konsentrasi toksik yang tinggi pada tanah sehingga tidak memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Purwantari (2007) menyatakan bahwa pemberian bahan

organik pada tanah tercemar yaitu 4-5 kali dari dosis normal. Hal ini untuk menunjang pertumbuhan tanaman pada media tanah tercemar limbah minyak bumi. Hal ini tidak sejalan dengan percobaan yang dilakukan yang hanya memberikan perlakuan kompos sebanyak setengah dari dosis yang dianjurkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor perlakuan jenis inokulan dan dosis kompos rami pada fitoremediasi tanah tercemar hidrokarbon minyak bumi tidak menunjukkan adanya interaksi antara inokulan dan kompos rami terhadap efisiensi degradasi, populasi total fungi dan tinggi tanaman rami pada proses fitoremediasi limbah minyak bumi dan tidak diperoleh jenis inokulan dan dosis kompos rami terbaik terhadap efisiensi degradasi, populasi total fungi dan tinggi tanaman rami pada fitoremediasi limbah minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abri, Kuswinanti, T., Sengin, E. L., & Sjahrir, R. (2015). Isolasi cendawan rhizozfer penghasil hormone indol acetic acid (IAA) pada padi aromatik Tanatoraja. Dalam Hafsan, F. Nur, C. Muthiadin, B. F. Wahidah, & I.R. Aziz (Eds.), *Prosiding seminar nasional mikrobiologi kesehatan dan lingkungan* (pp. 72-78). Makassar: Jurusan Biologi Fakultas Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin.
- Aliyanta, B., Sumarlin, L. O., & Mujab, A. S.(2011). Penggunaan biokompos dalam bioremediasi lahan tercemar limbah lumpur minyak bumi. *Valensi*, 2(3), 430-442.
- Estuningsih, S. P., Juswardi, J., Yudono, B., & Yulianti, R. (2013). Potensi tanaman rumput sebagai agen fitoremediasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi. *Prosiding SEMIRATA*, 1(1), 365-370.
- Feitriani, W. (2012). *Pengaruh Acinetobacter sp dan Azotobacter spp terhadap proses fitoremediasi limbah minyak bumi pada tanaman sorgum (Sorghum bicolor)* (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Mulyani, O., Fauziah, F. S., & Tiara, M. D. (2009). Pengaruh mikroba pelarut fosfat dan pupuk P terhadap P tersedia, aktivitas fosfatase, P tanaman dan hasil padi gogo (*Oryza sativa*. L.) pada ultisol. *Agrikultura*, 20(3), 210-215.
- Handrianto, P., Rahayu, Y. S., & Yuliani. (2012). Teknologi bioremediasi dalam mengatasi tanah tercemar hidrokarbon. Dalam Sukarmin dkk. (Eds.), *Prosiding seminar nasional kimia Unesa* (pp. 978-979). Surabaya: UNESA University Press.
- Juhaeti, T., Syarif, F., & Hidayati, N. (2005). Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. *Biodiversitas*,6(1), 31-33.
- Juliani, A. (2011). Bioremediasi lumpur minyak(oil sludge)dengan penambahan kompos sebagai bulking agent dan sumber nutrisi tambahan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 3(1), 1-18.
- Lumbanraja, P. (2014). *Mikroorganisma dalam bioremediasi* (Disertasi tidak diterbitkan). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Munawar, & Elfita. (2015). Biodiversity of indigenous bacteria and its contribution

- in the management of contaminated environment: A case study several regions in Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1(6)*, 1359-1363.
- Nuraini, A., & Wulandari, R. (2017). Respons tiga klon tanaman rami *Boehmeria nivea* (L. Gaud) terhadap konsentrasi asam giberelat yang berbeda. *Jurnal Kultivasi, 16(3)*, 494-501.
- Primadipta, I. W., & Titah, H. S. (2017). Bioremediasi lumpur alum menggunakan *aspergillus niger* dengan penambahan serbuk gergaji sebagai bulking agent. *Jurnal Teknik ITS, 6(1)*, 89-93.
- Purwantari, N.D.(2007). Reklamasi area tailing di pertambangan dengan tanaman pakan ternak. *Wartazoa, 17(3)*, 101-108.
- Subowo, Y. (2015). The addition of fungal biofertilizers as supporting the growth of rice plants (*Oryza sativa*) in saline soil. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1(1)*, 150-154.
- Sulistyo, Sunoro, & Masykuri, M. (2012). Kajian dampak tumpahan minyak dari kegiatan operasi kilang minyak terhadap kualitas air dan tanah (Studi kasus kilang minyak Pusdiklat Migas Cepu). *Jurnal Ekosains, 4(2)*, 23-34.