

**ANALISIS VEGETASI JENIS POTENSIAL AKUMULATOR LOKAL
UNTUK FITOREMEDIASI LIMBAH PERTAMBANGAN EMAS
KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

TEDY RENDRA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

ANALISIS VEGETASI JENIS POTENSI AKUMULATOR LOKAL UNTUK FITOREMEDIASI LIMBAH PERTAMBANGAN EMAS KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

TEDY RENDRA

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu dampak limbah pertambangan emas tanpa izin di Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Fitoremediasi merupakan upaya untuk mengurangi bahan pencemaran limbah tersebut dengan menggunakan tumbuhan, salah satunya tanaman lokal setempat. Penggunaan tanaman lokal akan memberikan hasil lebih baik karena ditanam pada habitatnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi vegetasi dan mendapatkan jenis tanaman lokal berpotensi menjadi akumulator polutan. Penelitian dilakukan pada blok inti hutan lindung register 21 Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) XI Pesawaran pada bulan Agustus – Oktober 2017. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *continuous sampling with random start* dengan jumlah plot sebanyak 45 buah. Analisis dilakukan menggunakan Indeks Nilai Penting (INP) dan selanjutnya dilakukan studi literatur. Hasil analisis menunjukkan terdapat 40 jenis tanaman yang terdiri atas 21 famili, didominasi oleh *Theobroma cacao*

Tedy Rendra

dengan INP sebesar 130%. Berdasarkan studi literatur ditemukan 4 jenis tanaman yang dapat direkomendasikan sebagai tanaman hiperakumulator yaitu *Imperata cylindrical* dan *Solanum torvum* untuk sianida; *Swietenia macrophylla* dan *Paraserianthes falcataria* untuk merkuri.

Kata Kunci : akumulator lokal, analisis vegetasi , hutan lindung, pertambangan emas

ABSTRACT

VEGETATION ANALYSIS OF POTENCY LOCAL ACCUMULATOR FOR PHYTOREMEDIATION ON GOLD MINING TAILING PESAWARAN DISTRICT

By

TEDY RENDRA

Environmental pollution is one of impacts from illegal gold mining in Pesawaran District, Province of Lampung. Phytoremediation is one among its pollutant reduction method by utilizing plants, one of them is local plants. The using of local plants would give better result due to planted in their habitat. The study aimed to figure out the composition and find out the potential local plant species as pollutant accumulator. The research has been conducted at main block of register 21 forest protection, Management Forest Unit (KPH) XI Pesawaran from August up to October 2017. Continuous sampling with random start method was employed as sampling method. 45 plots were taken as sample. Important value index (IVI) and literature study were used as data analysis method. The result show that there were 21 family consist of 40 plant species, with *Theobroma cacao* as highest IVI in the area (130%). Based on the study literature there were 4 species of the plant recommended as hyperaccumulator which are *Imperata*

Tedy Rendra

cylindrica and *Solanum torvum* for cyanide; and also *Swietenia macrophyla* and *Paraserianthes falcataria* for mercury.

Keywords : gold mining, local accumulator, protective forest, vegetation analysis

**ANALISIS VEGETASI JENIS POTENSI AKUMULATOR LOKAL
UNTUK FITOREMEDIASI LIMBAH PERTAMBANGAN EMAS
KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

TEDY RENDRA

Skripsi

**sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **RESPON PERKECAMBAHAN BENIH KEMIRI
SUNAN (*Reutealis trisperma*) TERHADAP
SKARIFIKASI KIMIA DENGAN ASAM
SULFAT (H_2SO_4) PADA BERBAGAI LAMA
WAKTU PERENDAMAN**

Nama Mahasiswa : **Ahmad Deni Ismail**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214151002

Jurusan : Kehutanan

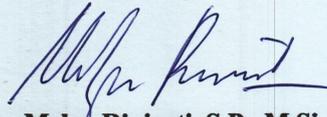
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Duryat, S.Hut., M.Si.
NIP 197802222001121001



Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002

2. Ketua Jurusan Kehutanan

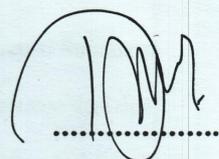


Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Duryat, S.Hut., M.Si.



Sekretaris : Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Indriyanto, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 April 2018
Tanggal Pengesahan Skripsi : 22 Mei 2018

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 29 Maret 1994, merupakan anak kedua dari berempat saudara pasangan Bapak Azhari dan Ibu Yuli Anti.

Pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Kartika II-31 dan lulus pada tahun 2000. Selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Langka

Pura pada tahun 2006, SMPN 25 Bandar Lampung pada tahun 2009, serta SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2012.

Tahun 2012 penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur undangan dan diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Selama kuliah penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung pada tahun 2015 di Desa Duta Yoso Mulyo, Kecamatan Rawa Pitu, Kabupaten Tulang Bawang. Selanjutnya penulis telah melakukan kegiatan Praktik Umum Kehutanan di Perusahaan Umum (Perum) Perhutani Divisi Regional Jawa Tengah pada bagian persemaian bibit mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla*) di Resort Pengelolaan Hutan (RPH) Sapuran, Balai Kesatuan Pengelolaan Hutan (BKPH) Ngadisono, Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Kedu Selatan.

Kegiatan organisasi, penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa English Society (ESo) pada tahun 2015/2016. Selanjutnya penulis aktif pada organisasi sosial di luar kampus sebagai relawan Sahabat Pulau Lampung (SPL) dan Kelompok Belajar Desain Grafis (KBDG) Lampung. Tahun 2016 penulis mengikuti kegiatan Tenaga Magang Bakti Rimbawan Program Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) selama empat bulan di KPH Batu Tegi Kabupaten Tanggamus.

Kupersembahkan tulisan ini kepada kedua orang tua ku,
sebagai wujud warisan yang tidak ternilai mereka berikan
akan ilmu pengetahuan.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “*Analisis Vegetasi Jenis Potensi Akumulator Lokal untuk Fitoremediasi Limbah Pertambangan Emas Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kehutanan di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Atas hal tersebut, penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Bapak Duryat, S.Hut., M.Si., selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan, nasihat, dukungan, serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan saran, bantuan, dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku Pembahas dan Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang telah memberikan masukan, saran dan kritik membangun atas penulisan skripsi ini.

4. Ibu Susni Herwanti, S.Hut., M.Si., selaku Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan nasihat, motivasi, dan dukungan kepada penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Kesatuan Pengelolaan Hutan XI Pesawaran yang telah memberikan sarana dan prasarana terhadap penelitian penulis.
8. Kedua orang tua penulis Bapak Azhari dan Ibu Yuli Anti, abang Angga dan adik Nova serta adik Dony atas doa, dukungan, arahan, dan nasihatnya kepada penulis
9. Sahabat penulis Tomo, Awang, Charles, Deni, Ateng, Ayu Mayang, Yustinus, Bang Husen, dan Syahraini yang selalu *stand by* bersama penulis.
10. *Eternal Twelve Sylva*, sendiri kuat bersama sama menguatkan.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis akan menerima saran dan kritik yang bersifat membangun agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Mei 2018
Penulis

Tedy Rendra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Pertambangan	7
B. Pertambangan Rakyat	8
C. Fitoremediasi	9
D. Tanaman Hiperakumulator	9
III. METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Gambaran Lokasi Penelitian	12
B. Alat dan Bahan	14
C. <i>Sampling</i>	14
D. Prosedur Penelitian	16
E. Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil Penelitian	24
B. Pembahasan	34
V. SIMPULAN	52
A. Simpulan	52
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis tumbuhan berpotensi sebagai akumulator.....	11
2. Status (fungsi), letak, dan luas kawasan KPH XI Pesawaran	12
3. Tutupan Lahan di KPH XI Pesawaran.....	14
4. Tanaman lokal potensi fitoremediasi dan limbah akumulasi.....	22
5. Daftar jenis tanaman yang terdapat di Blok Inti Register 21 KPH XI Pesawaran	24
6. Indeks nilai penting tumbuhan pada fase semai, pancang, tiang, dan pohon yang terdapat pada blok inti register 21 KPH XI Pesawaran	27
7. Kerapatan, frekuensi, dan indeks nilai penting dari setiap jenis spesies pada fase semai yang terdapat pada blok inti register 21 KPH XI Pesawaran	31
8. Kerapatan, frekuensi, dominansi dan indeks nilai penting dari setiap jenis spesies pada fase pancang yang terdapat pada blok register 21 KPH XI Pesawaran	32
9. Kerapatan, frekuensi, dominansi dan indeks nilai penting dari setiap jenis spesies pada fase tiang yang terdapat pada blok register 21 KPH XI Pesawaran	33
10. Kerapatan, frekuensi, dominansi dan indeks nilai penting dari setiap jenis spesies pada fase pohon yang terdapat pada blok inti register 21 KPH XI Pesawaran	34
11. Jenis tanaman akumulator yang terdapat pada blok inti hutan lindung register 21 KPH XI Pesawaran	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian analisis vegetasi jenis potensi sebagai akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas.	6
2. Peta lokasi penelitian analisis vegetasi jenis potensi sebagai akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas.	14
3. Pola peletakan petak ukur penelitian pada lokasi penelitian.....	17
4. Jumlah tanaman berdasarkan golongan di blok inti register 21 KPH XI Pesawaran tanpa tumbuhan bawah.	26
5. Jumlah jenis tanaman pada setiap fase pertumbuhan.....	29
6. Struktur vegetasi berdasarkan kerapatan individu/ha pada blok inti hutan lindung register 21 KPH XI Pesawaran.	30
7. Tanaman Kirinyuh (<i>C. odorata</i>) yang berpotensi menjadi akumulator lokal.	43
8. Alang-alang (<i>I. cylindrica</i>) yang berpotensi menjadi akumulator lokal.....	44
9. Takokak (<i>S. torvum</i>) (FNAI, 2017) yang berpotensi menjadi akumulator lokal limbah pertambangan emas.	46
10. Mahoni daun lebar (<i>S. macrophylla</i>) di blok inti register 21 KPH XI Pesawaran.	48
11. Pohon sengon (<i>P. falcataria</i>) (Krisnawati <i>et al</i> , 2011).....	50
12. Papan nama kawasan hutan lindung register 21 yang dikelola oleh KPH XI Pesawaran.	61
13. Salah satu lubang galian tambang yang terdapat pada areal pemukiman masyarakat di sekitar kawasan hutan lindung.....	61

Gambar	Halaman
14. Lubang tambang yang terletak tidak jauh dengan pemukiman masyarakat.	62
15. Vegetasi tumbuhan bahaw yang terdapat pada blok inti register21 KPH XI Pesawaran.	62
16. Vegetasi yang terdapat pada blok inti hutan lindung register 21 KPH XI Pesawaran.	63
17. Pencarian titik plot penelitian yang telah dimasukkan ke dalam GPS.....	63
18. Pengukuran keliling pohon cempaka (<i>M. champaca</i>).....	64
19. Pencatatan data penelitian.....	64
20. Kentangan (<i>C. atropurpureus</i>).....	65
21. Kaliandra (<i>C. calothyrsus</i>).....	65

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kontribusi besar diberikan sektor pertambangan terhadap negara, sekitar 20% penerimaan negara berasal dari sektor tersebut setiap tahunnya (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2015). Pertambangan emas tanpa izin (PETI) termasuk dalam salah satu sektor pertambangan, tetapi kegiatan ini merupakan kegiatan penambangan atau penggalian yang dilakukan masyarakat atau perusahaan tanpa memiliki izin dan tidak menggunakan prinsip penambangan yang baik dan benar (*Good Mining Practice*) (Ditjen Minerba, 2015). Kabupaten Pesawaran merupakan salah satu kabupaten yang terdapat banyak PETI. Limbah hasil pemurnian emas atau disebut *tailing* hanya dibiarkan di dalam kolam yang telah dibuat dan atau diletakkan di dalam tanggul.

Dampak negatif yang ditimbulkan kegiatan PETI tersebut adalah residu bahan beracun dan berbahaya (B3) yang mencemari lingkungan disekitar area produksi. Adapun pencemaran lingkungan adalah tersebarnya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain dalam lingkungan hidup akibat kegiatan manusia sehingga melebihi baku mutu yang ditetapkan (Kementerian Kehutanan, 2011). Pengolahan limbah B3 sangat dibutuhkan untuk mengurangi dan atau menghilangkan sifat bahaya dan sifat racun. Salah satu teknologi alternatif yang dapat

diterapkan untuk menghilangkan dan atau mengurangi sifat racun B3 adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Rondonuwu, 2014). Proses fitoremediasi dalam menyerap polutan dari media disebut fitoekstraksi.

Tumbuhan atau tanaman yang dapat menghilangkan atau mengurangi racun pada media terkontaminasi disebut tanaman akumulator (Widyati, 2011). Tidak semua jenis tanaman dapat menyerap polutan di dalam tanah atau air tanah yang tercemar. Kondisi lingkungan yang ekstrim dan kemampuan tanaman beradaptasi menjadi kendala utama dalam upaya fitoremediasi.

Keberhasilan fitoremediasi juga ditentukan oleh beberapa hal antara lain iklim, kondisi *tailing*, dan pemilihan jenis tanaman (Purwantari, 2007). Pemilihan jenis tanaman sangat penting dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan fitoremediasi polutan. Tidak semua jenis tanaman dapat tumbuh pada habitat lingkungan yang tercemar, sehingga kemampuan tanaman beradaptasi terhadap habitat sangat penting menunjang remediasi lahan (Purnomo *et al.*, 2015). Tanaman lokal memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan lebih baik karena ditanam pada habitatnya, sehingga diharapkan memiliki kemampuan lebih tinggi untuk bertahan hidup dan menyerap polutan lebih banyak jika dibandingkan dengan tanaman eksotis. Berdasarkan hal tersebut, tanaman lokal memiliki potensi yang tinggi untuk dijadikan sebagai tanaman fitoremediasi.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian mengenai analisis vegetasi jenis potensi sebagai akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komposisi dan vegetasi hutan lindung pada blok inti register 21 di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) XI Pesawaran
2. Mendapatkan jenis tanaman lokal yang potensial untuk digunakan sebagai akumulator polutan yang mencemari lingkungan akibat aktivitas penambangan emas yang dilakukan masyarakat

C. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menyajikan informasi mengenai jenis tanaman lokal yang potensial untuk digunakan sebagai penyerap dan akumulasi polutan, sehingga dapat direkomendasikan sebagai jenis prioritas revegetasi lahan pada areal sisa pemurnian dan penambangan emas.

D. Kerangka Penelitian

Aktivitas pertambangan emas tanpa izin di Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran yang memanfaatkan merkuri dan juga sianida dalam proses pemurniannya dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah tambang (*tailing*) yang tidak diberikan penanganan khusus dalam kegiatan ini dibiarkan begitu saja sehingga mencemari lingkungan. Widaningrum (2009) menyatakan logam berat dapat memasuki tubuh dan mengakibatkan kerusakan pada berbagai jaringan tubuh dengan berbagai cara. Apabila logam berat tersebut masuk ke dalam bahan

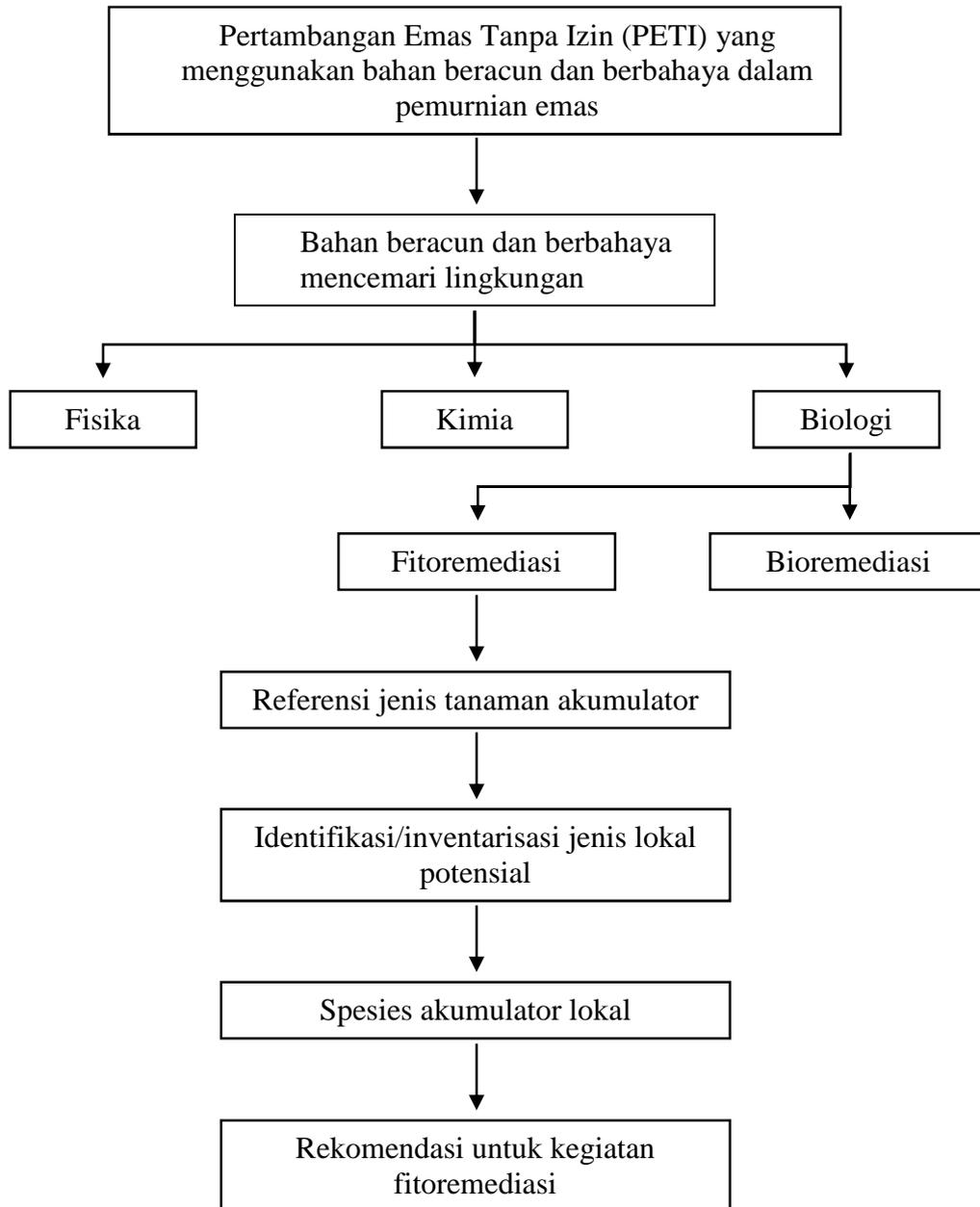
makanan dan lingkungan perairan akan menimbulkan keracunan. Keracunan logam berat tidak terjadi apabila sekali terpapar dalam jumlah besar, tetapi muncul dari paparan dalam jumlah sedikit yang terjadi terus menerus (Conant *et al.*, 2009).

Metode yang dapat digunakan dalam menanggulangi pencemaran lingkungan menurut Udiharto (1992) dibagi menjadi secara fisika, kimia, dan biologi. Semua metode tersebut memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Namun, metode secara biologi lebih direkomendasikan dikarenakan metode tersebut lebih mudah dan murah diaplikasikan (Juhaeti *et al.*, 2009 dan Rondonuwu, 2014). Bioremediasi dan fitoremediasi merupakan metode secara biologi yang dapat digunakan menanggulangi pencemaran lingkungan. Bioremediasi adalah proses penguraian limbah baik organik dan atau anorganik polutan dari sampah organik dengan menggunakan organisme (bakteri, fungi, tanaman atau enzimnya) menjadi bahan yang tidak berbahaya atau di bawah batas yang ditentukan oleh lembaga berwenang dengan tujuan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan (Munir, 2006; Vidali, 2011 dan Singh *et al.*, 2006 dalam Puspitasari, 2016). Adapun fitoremediasi merupakan pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan baik berupa pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air (Juhaeti, 2006), sehingga metode fitoremediasi lebih memungkinkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Berdasarkan studi pustaka, diketahui beberapa tanaman yang potensial digunakan untuk kegiatan fitoremediasi seperti dedalu (*Salix viminalis*), dedalu tangis (*Salix babylonica*), dan Sangitan (*Sambucus chinensis*) yang dapat mereduksi sianida

(Larsen *et al.*, 2002 dan Yu *et al.*, 2005). Adapun beberapa tanaman yang mampu mereduksi merkuri yang digunakan dalam pemurnian emas adalah sengon (*Paraserianthes falcataria*), dadap srep (*Erythrina orientalis*), binuang laki (*Duabanga moluccana*), turi (*Sesbania grandiflora*), merawan (*Hopea odorata*), akasia (*Acacia mangium*), mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla*), merbau darat (*Intsia palembanica*), dan jarak pagar (*Jatropha curcas*) (Indraningsih *et al.*, 2016; Malar *et al.*, 2014; Ahmadpour *et al.*, 2012 dan Negrete *et al.*, 2015), sehingga dibutuhkan identifikasi untuk menentukan jenis tanaman yang berpotensi sebagai tanaman akumulator, khususnya pohon yang sudah diketahui teknik budidayanya. Pengetahuan mengenai teknik budidaya sangat diperlukan, hal ini untuk menunjang keberhasilan dari kegiatan reklamasi bekas tambang (Mansur, 2013).

Tanaman lokal atau asli yang tumbuh liar dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan yang ekstrim (Purwantari, 2007). Jenis pohon lokal sangat menentukan keberhasilan dari upaya mengurangi pencemaran lingkungan akibat kegiatan pertambangan. Tanaman kehutanan sering digunakan untuk kegiatan reklamasi, namun mengalami kematian karena ketidakmampuan untuk beradaptasi terhadap lingkungan dan atau kondisi tanah yang ekstrim. Berdasarkan hal tersebut tanaman lokal sangat menentukan tingkat keberhasilan tumbuh tanaman pada kondisi ekstrim dan menjadi rekomendasi untuk kegiatan fitoremediasi pada area yang tercemar oleh aktivitas pertambangan emas. Adapun diagram alir penelitian analisis vegetasi jenis potensial akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian analisis vegetasi jenis potensial akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pertambangan

Pertambangan merupakan proses pemindahan material yang berada diatas tanah, lalu pemindahan material yang menutupi bahan tambang (tanah pucuk dan *overburden*), pengambilan bahan tambang, menutup kembali lubang galian dengan (*overburden*), menebarkan tanah pucuk, dan penanaman kembali (Mansur, 2013). Kegiatan pertambangan yang dilakukan memiliki kegiatan usaha yang kompleks, sangat rumit, dan sarat risiko. Kegiatan ini juga merupakan kegiatan usaha yang panjang serta aturan regulasi yang dikeluarkan dari beberapa sektor.

Kerusakan yang ditimbulkan dari kegiatan pertambangan dipengaruhi oleh tipe pertambangan yang dilakukan. Adapun tipe dari pertambangan sebagai berikut.

1. *Open pit mining*, digunakan untuk menambang galian berupa batu, pasir, serta kerikil tembaga.
2. *Area strip mining*, merupakan parit yang dipotong secara mendatar atau melandai untuk menambang batu bara fosfat dan merupakan tipe yang paling merusak.
3. *Countour strip mining*, serangkaian barusan kontur yang dipotong dari sisi bukit atau gunung dan digunakan untuk menambang batu bara.

4. *Dredgubf* (pengerukan), merupakan pengerukan dasar laut yang digunakan untuk menambang pasir dan kerikil (Kartosudjono, 1994 dalam Hermansyah, 1999 dalam Abadi, 2010).

B. Pertambangan Rakyat

Penambangan rakyat cukup memberikan dampak peningkatan ekonomi terhadap negara berkembang. Tersedianya lapangan pekerjaan, sumber penghasilan untuk masyarakat pedesaan dan meningkatnya pajak memberikan dampak positif dibidang ekonomi untuk negara berkembang (Mallo, 2012). Aktivitas pertambangan ini dilakukan dalam skala relatif kecil dengan pelibatan pengetahuan dan teknologi yang relatif minim (Suyatna *et al.*, 2016).

Selain dampak positif tersebut, ternyata penambangan rakyat juga memicu terjadinya masalah lingkungan yang erat kaitannya dengan degradasi lahan, khususnya di lokasi lubang tambang yang tidak direklamasi sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan alam. Degradasi lahan tambang yang terjadi juga meliputi perubahan bentang alam, perubahan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah, iklim mikro serta perubahan flora dan fauna (Siswanto *et al.*, 2012). Penggunaan logam berat yang menjadi limbah sebagai akibat kegiatan pemurnian akan mengalami perubahan sehingga dapat meningkatkan kemampuan sifat beracunnya, sehingga permukaan tanah ataupun air tanah akan tercemar dan akan terjadi bioakumulasi rantai makanan (Juhaeti *et al.*, 2009).

C. Fitoremediasi

Kata fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani Kuno yang memiliki arti nabati (tanaman) dan bahasa Latin *remedium* yang memiliki arti memulihkan keseimbangan atau perbaikan (Rondonuwu, 2014). Teknologi ini merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi polutan yang terdapat pada suatu area yang tercemar. Juhaeti *et al.* (2009) menyatakan bahwa fitoremediasi merupakan pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan berfotosintesis, termasuk pohon, rumput-rumputan dan tumbuhan air.

D. Tanaman Hiperakumulator

Mekanisme fitoremediasi adalah dengan menyerap polutan dan mengakumulasi-
kannya ke dalam tubuh tanaman tersebut. Proses tersebut disebut fitoekstraksi, sehingga tanaman yang memiliki kemampuan fitoekstraksi disebut juga sebagai akumulator. Baker *et al.* (1998) dalam Widyati (2011) menyatakan bahwa tanaman yang memiliki kemampuan menyerap 1.000 mg/kg biomass (Ni, Cu, Co, Cr atau Pb) atau lebih dari 10.000 mg/kg untuk logam Zn atau Mn disebut tanaman hiperakumulator.

Widyati (2011) menyatakan bahwa persyaratan tanaman dapat dinyatakan sebagai tanaman hiperakumulator adalah sebagai berikut.

1. Toleran terhadap kandungan logam tinggi sehingga pertumbuhan dan pucuk tidak mengalami hambatan pertumbuhan. Kemampuan toleransi diduga berasal dari vakuola sel yang menyimpan logam (Chaney *et al.*, 1997 dalam Widyati, 2011)

2. Tanaman menyerap logam pada media tanam dengan cepat, kecepatan ditentukan dari jenis tanaman dan logam yang diserap.
3. Logam yang terserap ditranslokasikan dari akar menuju bagian pucuk tanaman dengan cepat.
4. Tanaman memiliki kemampuan menghasilkan biomas yang tinggi, telah mudah dibudidayakan dan dipanen (Peer *et al.*, 2008 dalam Widyati, 2011).

Hidayati (2005) mengungkapkan bahwa semua tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap logam dengan jumlah yang bervariasi. Adapun mekanisme yang terjadi meliputi beberapa proses yaitu.

1. Interaksi rizosferik, proses interaksi akar tanaman dengan media tumbuh (tanah dan air). Tumbuhan dapat melarutkan unsur logam pada rizosfer dan menyerap logam dari tanah yang tidak terganggu sehingga tanaman dapat menyerap logam lebih banyak daripada tumbuhan normal (Mc Grath *et al.*, 1997 dalam Hidayati, 2005)
2. Proses penyerapan logam oleh akar tumbuhan hiperakumulator, berbeda dengan tumbuhan normal, akar tumbuhan hiperakumulator lebih banyak menyerap polutan (Lasat, 1996).
3. Sistem translokasi unsur yang terserap dari akar ke tajuk tumbuhan hiperakumulator lebih efisien jika dibandingkan tanamannya normal.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa banyak tumbuhan yang dapat digunakan sebagai tanaman hiperakumulator. Tanaman tersebut dapat mengurangi polutan pada media tanam. Adapun daftar tanaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis tumbuhan berpotensi sebagai akumulator

Jenis Kontaminan	Tumbuhan
Zn (zink)	<i>Thlaspi caerulescens</i> , <i>Thlaspi calaminare</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Rumex</i>
Cd (cadmium)	<i>Thlaspi caerulescens</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Rumex</i> , <i>Mimulus</i> <i>guttatus</i> , <i>Lolium miscanthus</i>
Pb (timbal)	<i>Lolium miscanthus</i> , <i>Thlaspi rotundifolium</i>
Co (kobalt)	<i>Agrostis gigantean</i> , <i>Haumniastrum robertii</i> , <i>Mimulus</i> <i>guttatus</i>
Cu (kuprum)	<i>Aeolanthus biformifolius</i> , <i>Lolium miscanthus</i>
Mn (mangan)	<i>Alyxia rubricaulis</i>
Ni (nikel)	<i>Alyssum bertolonii</i> , <i>A. lesbiacum</i> , <i>Berkheya coddii</i> , <i>Hybanthus floribundus</i> , <i>Thlaspi goesingense</i> , <i>T.</i> <i>montanum</i> , <i>Senesio coronatus</i> , <i>Lolium miscanthus</i> , <i>Phyllanthus serpens</i>
Cs (serium)	<i>Amaranthus retroflexus</i>
As (arsen)	<i>Reynoutria schalinensis</i> , <i>Chlamidomonas</i> sp.
Se (selenium)	<i>Astragalus racemosus</i>
Fe (besi)	<i>Poaceae</i>
Hg (merkuri)	<i>Arabidopsi thaliana</i>
Salinitas	<i>Attriplex</i> spp., <i>Halosarcia</i> spp., <i>Enneapogon</i> spp.
Minyak bumi	<i>Euphorbia</i> , <i>Cetraria</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i>

(Sumber : Hidayati, 2005)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Gambaran Lokasi Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di wilayah Blok Inti Hutan Lindung Register 21 KPH XI Pesawaran pada blok inti seluas 720,36 ha pada bulan Agustus 2017.

2. Gambaran Lokasi Penelitian

Secara geografis wilayah kerja KPH XI Pesawaran di Kabupaten Pesawaran terdiri dari tiga lokasi dengan dua fungsi kawasan. Adapun fungsi, letak, dan luas kawasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Status (fungsi), letak, dan luas kawasan KPH XI Pesawaran

Areal	Letak Administrasi		Letak Geografis	Luas (ha)
	Adminstrasi	Kehutanan		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hutan Lindung	Kecamatan Padang Cermin dan Punduh Pidada	Register 20	E= 105° 3' 41.28" – 105° 10' 14.88" S= 5° 37' 6.25" – 5° 47' 15.61" E= 104° 57' 40.44" – 105° 1' 8.36"	±7.050
Hutan Lindung	Kecamatan Kedondong	Register 21	S= 5° 32' 26.03" – 5° 35' 39.85"	±2.504

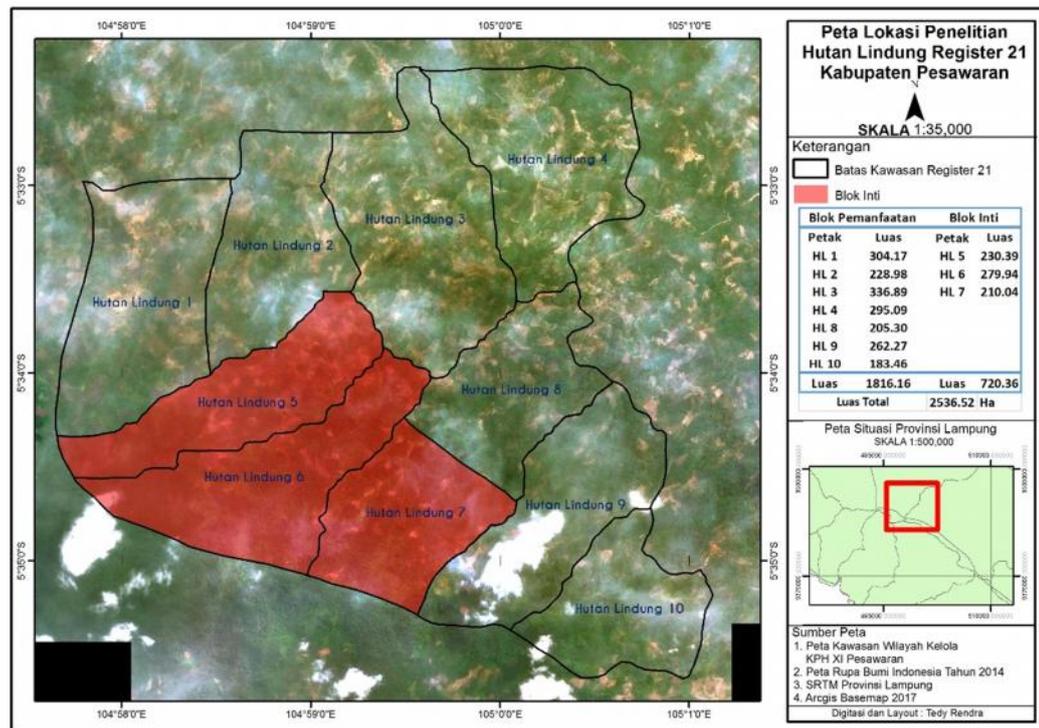
Tabel 2. (lanjutan)

Areal	Letak Administrasi		Letak Geografis	Luas (ha)
	Adminstrasi	Kehutanan		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hutan Produksi	Tigeneneng	Register 18	E= 105° 5' 44.86" – 105° 8' 53.62: S= 5° 11' 16.64' – 5° 13' 23.24"	±1.350
Jumlah				±10.904

Sumber: KPH XI Pesawaran (2014)

Wilayah tersebut, selanjutnya dibagi menjadi tiga resort, yaitu Resort Padang Cermin (Register 20), Resort Kedondong (Register 21), dan Resort Tigeneneng (Register 18). Resort tersebut terdiri dari blok inti (lindung) dan blok pemanfaatan. Blok inti pertama terletak di Register 20 Pematang Kubuato seluas 4.244 Ha, blok inti kedua terletak di Register 21 Perintian Batu seluas 1.734 Ha (KPH XI Pesawaran, 2014).

Kawasan KPH XI Pesawaran memiliki akses yang mudah untuk dicapai dengan kondisi jalan sebagian sudah teraspal. Kawasan Hutan Lindung Register 20 dan 21 terletak di Kecamatan Kedondong, Padang Cermin, dan Punduh Pidada dengan jarak dari Gedong Tataan berkisar antara 60-70 km. Register 18 Titi Bungur terletak di Kecamatan Negeri Katon dan Tigeneneng yang berjarak sejauh 35 km dari Gedong Tataan. Adapun lokasi penelitian pada blok inti hutan lindung Register 21 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian analisis vegetasi jenis potensi sebagai akumulator lokal untuk fitoremediasi limbah pertambangan emas.

Adapun tutupan lahan kawasan KPH XI Pesawaran berdasarkan citra Landsat tahun 2012 sebagian besar merupakan lahan pertanian lahan kering campur semak dengan luas tutupan sekitar 76,3% luas seluruh kawasan yang dikelola. Semak belukar sekitar 2,72%, pemukiman 0,08% dan hutan lahan kering sekunder seluas 0,92%. Rincian mengenai luas tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tutupan Lahan di KPH XI Pesawaran

No.	Tutupan Lahan	Kode	Luas (Ha)	Persentase (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	Hs	100,09	0,92
2	Semak Belukar	B	297,08	2,72
3	Pemukiman	Pm	8,85	0,08

Tabel 3. (lanjutan)

No.	Tutupan Lahan	Kode	Luas (Ha)	Persentase (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	Pertanian Lahan Kering	Pt	2.178,48	19,98
5	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	Pc	8.319,56	76,3
	Jumlah		10.904,05	100

Sumber: KPH XI Pesawaran (2014)

B. Alat dan Bahan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain : kamera digital Nikon 16 megapixel, tally sheet, rol meter, tali rafia, golok, GPS dan kunci determinasi tumbuhan. Bahan yang digunakan yaitu tegakan hutan yang terdapat pada blok lindung register 21 KPH XI Pesawaran.

C. Sampling

1. Intensitas Sampling (IS)

Penentuan jumlah petak ukur berdasarkan rumus oleh Indriyanto (2008). Areal blok inti register 21 seluas 720,36 ha dengan intensitas *sampling* (IS) sebesar 2,5%, maka jumlah petak ukur yang diamati sebanyak.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas yang diamati} &= \text{IS} \times \text{Luas areal hutan} \\
 &= 2,5\% \times 720,36 \text{ ha} \\
 &= 18,009 \text{ ha} \\
 &= 18 \text{ ha}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah petak ukur} &= \frac{\text{luas yang diamati}}{\text{luas petak ukur}} \\
 &= \frac{18 \text{ ha}}{0,4 \text{ ha}} \\
 &= 45 \text{ petak pengamatan}
 \end{aligned}$$

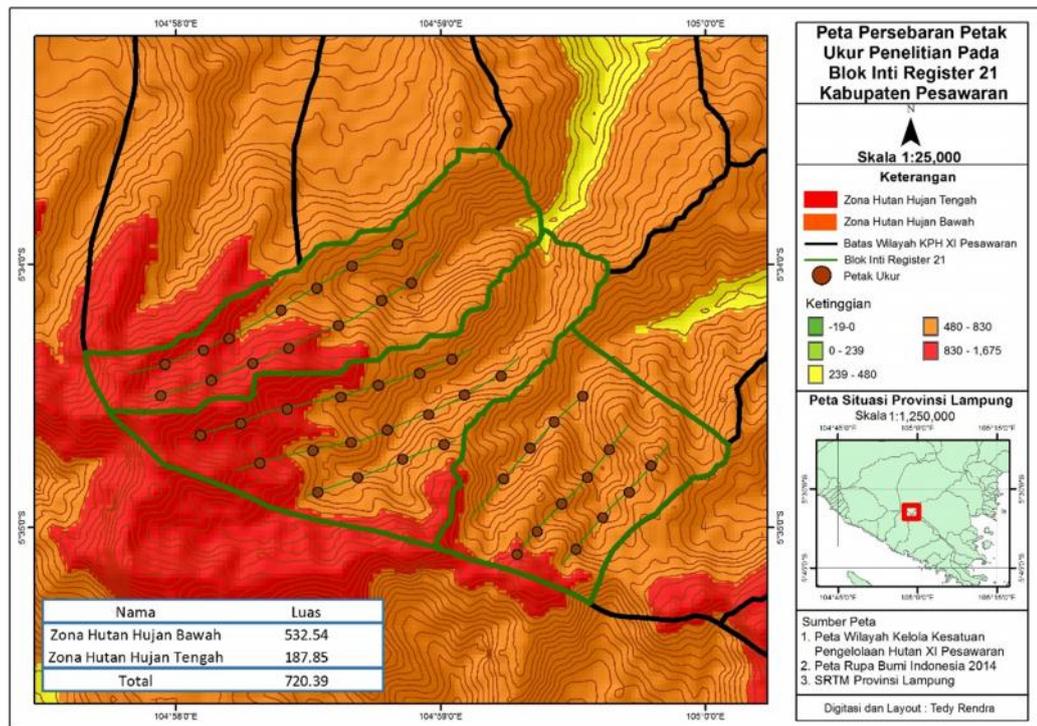
2. Teknik *Sampling*

Metode *sampling* yang digunakan adalah stratifikasi *sampling* yang didasarkan oleh 2 kelas ketinggian tempat yaitu zona hutan hujan bawah (0-1.000 mdpl) dan zona hutan hujan tengah (1.000-3.300 mdpl) sehingga memungkinkan jenis vegetasi yang tumbuh berbeda. *Sampling* diambil secara proporsional berdasarkan luas masing-masing kelas ketinggian tempat, maka didapatkan jumlah pembagian petak sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Zona hutan hujan bawah} &= \frac{\text{Luas zona hutan hujan bawah pada blok inti}}{\text{Luas total blok inti}} \times 45 \\
 &= \frac{532,54}{720,38} \times 45 \\
 &= 33,26 \\
 &= 33 \text{ petak ukur}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Zona hutan hujan tengah} &= \frac{\text{Luas zona hutan hujan tengah pada blok inti}}{\text{Luas total blok inti}} \times 45 \\
 &= \frac{187,84}{720,38} \times 45 \\
 &= 11,73 \\
 &= 12 \text{ petak ukur}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pembagian petak tersebut sebanyak 33 petak ukur pada zona hutan hujan bawah dan sebanyak 12 petak ukur pada zona hutan hujan tengah. Adapun pola peletakan plot pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola peletakan petak ukur penelitian pada lokasi penelitian.

3. Peletakan Sampel

Metode yang akan digunakan dalam peletakan petak ukur adalah *continuous sampling with random start*. Metode tersebut diterapkan pada lokasi penelitian dalam bentuk garis berpetak dengan pola yang dapat dilihat pada Gambar 3.

D. Prosedur Penelitian

1. Jenis Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang berasal dari sumber asli atau pertama, tidak dalam bentuk file melainkan melalui narasumber yang dijadikan sebagai sarana mendapatkan informasi atau data melalui pengukuran lapangan. Adapun data

primer yang diambil meliputi foto tanaman, jenis tanaman, diameter batang, jumlah tanaman, kerapatan tanaman, frekuensi tanaman, luas penutupan lahan dan titik plot.

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang secara tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Adapun data sekunder dalam penelitian ini merupakan hasil studi literatur, data dari instansi terkait penelitian.

2. Pelaksanaan Penelitian

- a. Analisis vegetasi dan jenis potensi pohon lokal untuk fitoremediasi dilakukan pada blok inti hutan lindung register 21 Kabupaten Pesawaran. Analisis vegetasi dilakukan dengan sampling, yaitu dengan metode garis berpetak dengan lebar jalur 20 m. penempatan jalur diletakkan *continuous sampling with random start*.
- b. Petak ukur pengamatan dibagi menjadi 33 petak ukur pada zona hutan hujan bawah dan 12 petak ukur pada zona hutan hujan tengah, petak ukur berukuran 20 m x 20 m untuk pengamatan pohon, petak ukur 10 m x 10 m untuk pengamatan poles (tiang), petak ukur 5 m x 5 m untuk pengamatan *sapling*, dan petak ukuran 2 m x 2 m untuk pengamatan *seedling* atau tumbuhan bawah.
- c. Variabel yang diamati adalah jenis pohon, jumlah individu tiap jenis dalam petak serta diameter untuk tingkat pancang dan pohon. Data yang diperoleh akan dianalisis secara kuantitatif dengan memperoleh indeks nilai penting (INP) dari masing-masing jenis yang ditemukan. Pada tingkat semai INP

yang dihitung adalah kerapatan relatif dan frekuensi relatif, sedangkan pada tingkat pancang dan pohon INP yang dihitung adalah kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominasi relatif (Indriyanto, 2008).

E. Analisis Data

Adapun analisis yang digunakan adalah analisis secara kuantitatif untuk didapatkan indeks nilai penting (INP).

1. Kerapatan (Densitas)

Kerapatan merupakan jumlah individu per unit atau unit per volume.

$$K-i = \frac{(\Sigma \text{ individu ke-i})}{\text{luas petak ukur}}$$

Keterangan :

K-i = Kerapatan individu ke-i
Luas plot = luas petak ukur yang digunakan

Selanjutnya dihitung kerapatan relatif individu untuk menentukan INP.

$$KR-i = \left(\frac{\text{Kerapatan spesies ke-i}}{\Sigma \text{ kerapatan spesies}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

KR-i = Kerapatan relatif individu ke-i
kerapatan spesies = Jumlah kerapatan seluruh spesies

2. Frekuensi

Frekuensi digunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang berisi suatu spesies tertentu terhadap jumlah total sampel.

$$F-i = \left(\frac{\Sigma \text{petak ditemukan spesies ke-}i}{\Sigma \text{petak contoh}} \right)$$

Keterangan:

F-i = Frekuensi spesies ke-i
petak contoh = Jumlah seluruh petak contoh

Selanjutnya dihitung frekuensi relatif untuk menentukan INP.

$$FR-i = \left(\frac{\text{frekuensi spesies ke-}i}{\Sigma \text{frekuensi}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

FR-I = Frekuensi relatif suatu spesies ke-i
frekuensi = Jumlah frekuensi seluruh spesies

3. Luas Penutupan (Dominansi)

Luas penutupan adalah proporsi antara luas tempat yang ditutupi oleh spesies tumbuhan dengan luas total habitat. Luas penutupan dapat dinyatakan dengan luas penutupan tajuk ataupun luas bidang dasar.

$$C-i = \left(\frac{\text{luas bidang dasar}}{\text{luas petak contoh}} \right)$$

Keterangan:

C-i = Dominansi spesies ke-i

Selanjutnya dihitung dominansi relatif individu untuk menentukan INP.

$$CR-i = \left(\frac{\text{Dominansi spesies ke-}i}{\Sigma \text{Dominansi}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

CR-i = Penutupan atau dominansi relatif spesies ke-i
Dominansi = Jumlah seluruh dominansi

4. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting (*importance value index*) adalah parameter kuantitatif yang dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi suatu spesies di dalam suatu komunitas (Indriyanto, 2008).

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{CR}$$

$$\text{INP-i} = \text{KR-i} + \text{FR-i} + \text{CR-i}$$

Keterangan :

INP/ INP-i	= Indeks nilai penting (INP)/INP spesies-i
KR/ KR-i	= Kerapatan relatif/kerapatan relatif spesies-i
FR/ FR-i	= Frekuensi relatif/frekuensi relatif spesies-i
CR/ CR-i	= Luas penutupan (Dominansi) relatif/dominansi spesies-i

5. Analisis Jenis Tumbuhan Potensial sebagai Akumulator

Studi literatur jenis-jenis yang telah diketahui memiliki potensi sebagai akumulator sianida dan merkuri (Tabel 4) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dipublikasikan dalam artikel, jurnal, buku, prosiding baik yang terbit secara nasional maupun internasional.

Tabel 4. Tanaman lokal potensi fitoremediasi dan limbah akumulasi

No	Jenis Tanaman	Limbah B3 yang mampu diakumulasi	Rujukan	
			Penulis	Publikasi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Dedalu/Gandarusa (<i>Salix viminalis</i>)	Sianida	Morten Larsen, Stefan Trapp, dan Alessandro Pirandello	Chemosphere 54 (2004) 325-333
2	Tilia (<i>Populus robusta</i>)	Sianida	Morten Larsen, Stefan Trapp, dan Alessandro Pirandello	Chemosphere 54 (2004) 325-333
3	Betula (<i>Betula pendula</i>)	Sianida	Morten Larsen, Stefan Trapp, dan Alessandro Pirandello	Chemosphere 54 (2004) 325-333
4	Sangitan (<i>Sambucus chinensis</i>)	Sianida	Morten Larsen, Stefan Trapp, dan Alessandro Pirandello	Chemosphere 54 (2004) 325-333
5	Dedalu tangis (<i>Salix babylonica</i>)	Sianida	Xiaozhan Yu, Stefan Trapp, Puhua Zhou dan Hao Hu	Chemosphere 59 (2005) 1099-1104
6	Kembang Girang (<i>Sambucus nigra</i>)	Sianida	Xiaozhan Yu, Stefan Trapp, Puhua Zhou dan Hao Hu	Chemosphere 59 (2005) 1099-1104
7	Sengon Laut (<i>Paraserianthes falcataria</i>)	Merkuri	Bekti Indraningsih, Wani Hadi Utomo dan Eko Handayanto	International Journal of Research in Agricultural Sciences 3(2): 2348-3997 (2016)
8	Dadap Srep (<i>Erythrina orientalis</i>)	Merkuri	Bekti Indraningsih, Wani Hadi Utomo dan Eko Handayanto	International Journal of Research in Agricultural Sciences 3(2): 2348-3997 (2016)

Tabel 4. (lanjutan)

No	Jenis Tanaman	Limbah B3 yang mampu diakumulasi	Rujukan	
			Penulis	Publikasi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	Binuang Laki (<i>Duabanga moluccana</i>)	Merkuri	Bekti Indraningsih, Wani Hadi Utomo dan Eko Handayanto	International Journal of Research in Agricultural Sciences 3(2): 2348-3997 (2016)
10	Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>)	Merkuri	Srinivasan Malar, Rajendiran Manikandan, Paulo J.C. Favas, Shivendra Vikram Sahi dan Perumal Venkatachalam	Ecotoxicology and Environmental Safety 108 (2014) 249-257
11	Merawan (<i>Hopea odorata</i>)	Merkuri	P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani dan F. Hosseini Tafeyeh	African Journal of Biotechnology 11 (76) 14036-14043 (2012)
12	Akasia (<i>Accacia mangium</i>)	Merkuri	P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani dan F. Hosseini Tafeyeh	African Journal of Biotechnology 11 (76) 14036-14043 (2012)
13	Mahoni daun lebar (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Merkuri	P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani dan F. Hosseini Tafeyeh	African Journal of Biotechnology 11 (76) 14036-14043 (2012)
14	Merbau darat (<i>Intsia palembanica</i>)	Merkuri	P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani dan F. Hosseini Tafeyeh	African Journal of Biotechnology 11 (76) 14036-14043 (2012)
15	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Merkuri	Jose Marrugo-Negrete, Jose Durango-Hernandez, Jose Pinedo-Hernandez, Jesus Olivero-Verbel, dan Sergi Diez	Chemosphere 127 (2015) 56-63

V. SIMPULAN

A. Simpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini meliputi.

1. Komposisi dan struktur vegetasi pada blok lindung register 21 KPH XI Pesawaran terdapat 40 jenis tanaman yang terdiri dari 21 famili. INP tertinggi dari 40 jenis tanaman tersebut adalah INP tanaman kakao (*T. cacao*) sebesar 130%
2. Jenis pohon lokal potensial yang dapat digunakan sebagai akumulator polutan yang didapat dari hasil penelitian adalah tanaman jenis sengon (*P. falcataria*) dan mahoni (*S. macrophylla*), sedangkan secara keseluruhan tanaman yang berpotensi yang dapat menjadi akumulator adalah alang-alang (*I. cylindrica*), takokak (*S. torvum*), sengon (*P. falcataria*), dan mahoni (*S. macrophylla*).

B. Saran

Saran yang diberikan dari hasil penelitian ini meliputi.

1. Pengkayaan jenis tanaman diperlukan pada kawasan hutan lindung register 21 KPH XI Pesawaran, khususnya jenis tanaman yang memiliki tajuk lebar serta perakaran dalam sehingga air dapat masuk ke dalam tanah. Mengingat fungsi hutan lindung menurut UU No. 41 Tahun 1999 adalah kawasan hutan yang

mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan hutan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut dan memelihara air tanah.

2. Penanaman jenis tanaman yang berpotensi mengakumulasi limbah cemaran aktivitas tambang disekitar area penambangan dan area pembuangan limbah perlu dilakukan. Adapun jenis tanaman tersebut adalah takokak (*S. torvum*), alang-alang (*I. cylindrica*), sengon (*P. falcataria*), dan mahoni daun lebar (*S. macrophylla*).

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, K. M. 2010. *Kondisi Fisik, Kimia dan Biologi, Tanah Pasca Reklamasi Lahan Agroforestry di Area Pertambangan Bahan Galian C Kecamatan Astanhapura Kabupaten Cirebon Propinsi Jawa Barat*. Skripsi. Bogor. Institut Pertanian Bogor. 68 Halaman
- Agrawal, A. D., Bajpei, P. S., Patil, A. A., Bavaskar, S. R. 2010. *Solanum torvum sw.- a phytopharmacological review*. *Journal Scholar Research Library Der Pharmacia Lettre*. 2(4): 403-407
- Ahmadpour, P., Ahmadpour, F., Mahmud, T. M. M., Abdu, A., Soleimani, M. dan Tafeyeh, F. H. 2012. *Phytoremediation of heavy metals: a green technology*. *African Journal of Biotechnology* 11(76): 14036-14043
- Allen, O.N., and E. K. Allen. 1981. *The Leguminosae*. Buku. The University of Wisconsin. Press. Madison. 812 Halaman
- Badan Pusat Statistika (BPS). 2014. *Lampung dalam Angka*. Lampung : Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung
- Baker, A. J. M., Brooks, R. R. dan Reeves, R. D. 1998. *Growing for gold, copper and zinc*. *Journal New Scientist* (117): 44-48
- Baskorowati, Liliana. 2014. *Budidaya Sengon Unggul (Falcataria moluccana) untuk Pengembangan Hutan Rakyat*. Buku. IPB Press. Jakarta. 32 Halaman
- Chaney, R. L., Malik, M., Li, Y. M., Brown, S. L., Brewer, E. P., Angle, J. S. dan Baker, A. J. M. 1997. *Phytoremediation of soil metals*. *Journal Biotechnology* 8(1): 279-284
- Conant, J., Fadem, T., Sulaiman, R.A., Wurangian, I.J. dan Gunawan, B. 2009. *Panduan Masyarakat untuk Kesehatan Lingkungan*. Buku. The Eksyezet. Bandung. 617 Halaman
- Dayang, J. R. Y. 2017. *Revegetating bagacay mining site: a review of potential tropical species for phytoremediation of non-essential heavy metals*. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 4(3): 807-814

- Department of Natural Resources, Mines and Water. 2006. Siam weed. declared no. 1. Magazine. *Natural Resources, Mines and Water, Pesr. Series*, Queensland, Australia 1-4
- Dinas Koperasi, Industri, dan Perdagangan Provinsi Lampung. 2011. *Data Volume dan Nilai Ekspor Provinsi Lampung*. Bandar Lampung.
- Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. 2015. *Laporan Kinerja (Lakin) 2015*. Buku. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta Selatan. 92 Halaman
- FAO. 2006. Alien Invasive Species: Impacts on Forest and Forestry – A Review: <http://www.fao.org/docrep/008/j6854e/j68e00.htm>. Di unduh 29 November 2017 pukul, pukul 12:04
- Florida Natural Areas Inventory (FNAI). 2017. *Solanum torvum* Susumber, Turkey Berry. The report of the Florida Natural Areas Inventory – www.fnai.org. Diunduh 19 April 2018, pukul 15:00
- Friday, K. S., Drilling M. E. dan Garrity D. P. N. 2000. *Rehabilitasi Padang Alang-Alang Menggunakan Agroforestri dan Pemeliharaan Pemudaan Alam*. Buku. World Agroforestry Centre. Jakarta, Indonesia. 195 Halaman
- Herwanti, S. 2016. Analisis pemasaran durian di desa talang mulya kabupaten pesawaran. *Jurnal Ilmiah ESAI* 10(1): 64-70
- Hidayat, S. 2014. Kondisi vegetasi di hutan lindung sesaot, kabupaten lombok nusa tenggara barat, sebagai informasi dasar pengelolaan kawasan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 3(2): 97-105
- Hidayati, N. 2005. Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator. *Jurnal Hayati* 12(1): 35-40
- Hilwan, I., D. Mulyana, W. G. Pananjung. 2013. Keanekaragaman jenis tumbuhan bawah pada tegakan sengon buto (*enterolobium cyclocarpum* griseb.) dan trembesi (*samanea saman* merr.) di lahan pasca tambang batubara pt kitadin, embalut, kutai kartanagara, kalimantan timur. *Jurnal Silvikultur Tropika* 4(1): 6-10
- Indraningsih, B., Utomo, W. H. dan Handayanto, E. 2016. Effects of mycorrhizae on phytoremediation of soil contaminated with small-scale gold mine tailings containing mercury. *International Journal of Research in Agricultural Sciences* 3(2): 2348-3997
- Indriyanto. 2008. *Ekologi Hutan*. Buku. Bumi Aksara. Jakarta. 210 Halaman

- Ismaini, L., Lailati, M., Rustandi dan Sunandar, D. 2015. Analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan di gunung dempo sumatera selatan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(6): 1397-1402
- Juhaeti, T., Syarif, F. dan Hidayati, N. 2006. Potensi tumbuhan liar dari lokasi penampungan limbah tailing pt. antam cikotok untuk fitoremediasi lahan tercemar sianida. *Jurnal Teknik Lingkungan* 8(1): 174-180
- Juhaeti, T., Hidayati., N., Syarif, F. dan S. Hidayat. 2009. Uji potensi tumbuhan akumulator merkuri untuk fitoremediasi lingkungan tercemar akibat kegiatan penambangan emas tanpa izin (peti) di kampung leuwi bolang, desa bantar karet, kecamatan nanggung, bogor. *Jurnal Biologi Indonesia* 6(1): 1-12
- Kainde, R.P. 2011. Keanekaragaman jenis pohon di hutan lindung gunung sahendaruman, kabupaten kepulauan sangihe. *Jurnal Eugenia* 17(1): 71-79
- Kainde, R.P., Ratag, S. P., Tasirin, J. S. dan Faryanti, D. 2011. Analisis vegetasi hutan lindung gunung Tumpa. *Jurnal Eugenia* 17 (3): 1-11
- Kartikasari, S. D., Nurhatika, S. dan Muhibuddin, A. 2013. Potensi alang-alang (*imperata cylindrical* (L.) Beauv) dalam produksi etanol menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2(2): 127-131
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. *Renstra KESDM 2015-2019*. Buku. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta. 275 Halaman
- Kementerian Kehutanan. 2011. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan*. Buku. Jakarta. Kementerian Kehutanan. Jakarta. 54 Halaman
- Krisnawati, H., Kallio, M. dan Kanninen, M. 2011. *Swietenia macrophylla* King. (Ecology, Silviculture and Productivity). Buku. CIFOR. Bogor, Indonesia. 13 Halaman
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M. and Kanninen, M. 2011. *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen : ecology, silviculture, and productivity. Buku. CIFOR, Bogor, Indonesia 13 Halaman
- KPH XI Pesawaran. 2014. *Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang (RPHJP) KPHL Pesawaran*. Buku. KPHL Pesawaran, Gedong Tataan. 58 Halaman
- Lasat, M. M., Baker, A. J. M. dan Kochian, L. V. 1996. Physiological characterization of root Zn^{2+} absorption and translocation to shoot in Zn hyperaccumulator and nonaccumulator species of *Thlaspi*. *Journal Plant Physiol* 112:1715-1722

- Larsen, M., Trapp, S. dan Pirandello, A. 2004. Removal of cyanide by woody plants. *Journal Chemosphere* 54: 325-333
- Mallo, S. J. 2012. Mitigating the activities of artisanal and small-scale miners in africa: challenges for engineering and technological institutions. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* 2(6): 4714-4725
- Malar, S., Manikandan, R., Favas, P. J. C., Sahi, S. V., dan Venkatachalam, P. 2014. Effect of lead on phytotoxicity, growth, biochemical alterations and its role on genomic template stability in *Sesbania grandiflora*: a potensial plant for phytoremediation. *Journal Ecotoxicology and Environmental Safety* 108: 249-257
- Mansur, I. 2013. *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Buku. Southeast Asian Regional Centre For Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP). Bogor. 126 Halaman
- Mayhew, J.E. and Newton, A.C. 1998. *The silviculture of S. macrophylla*. Buku. CABI Publishing. New York. 226 Halaman
- Mindawati, N. dan Megawati. 2013. *Manual Budidaya Mahoni (Swietenia macrophylla King.)*. Buku. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor, Indonesia. 13 Halaman
- Munir, E. 2006. *Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan*. Buku. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi. Medan. Universitas Sumatera Utara. 38 Halaman
- Negrete, J. M., Hernandez, J. D., Hernandez, J. P., Verbel, J. O. dan Diez, S. 2015. Phytoremediation of mercury-contaminated soils by *jatropha curcas*. *Journal Chemosphere* 127: 58-63
- Nursyamsi dan Suhartati. 2013. Pertumbuhan tanaman mahoni (*swietenia macrophylla king*) dan suren (*toona sinensis*) di wilayah datara kab. Gowa. *Buletin Info Teknis EBONI* 10(1): 48-57
- Peer, W. A., Baxter, I. R., Richards, E. L., Freeman, J. L. and Murphy, A. S.. 2006. Phytoremediation and hyperaccumulator plants. *Journal Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification* 14(1): 299-340
- Pitoy, M. M. 2015. Sianida : klasifikasi, toksisitas, degradasi, analisis (studi pustaka). *Jurnal Mipa Unsrat Online* 4(1): 1-4
- Prameswita, W., Ismono, R. H. dan Viantimala, B. 2014. Faktor-faktor yang mempengaruhi volume ekspor kakao provinsi lampung. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis* 2(1): 1-7

- Prawiradiputra, B. R. 2007. Ki rinyuh (*chromolaena odorata* (L) R.M. King dan H. Robinson) : gulma padang rumput yang merugikan. *Jurnal Wartazoa* 17(1): 46-52
- Pudjiharta, A., Widyati, E., Adalina, Y. dan K, Syarfruddin K. 2008. Kajian teknik rehabilitasi lahan alang-alang (*imperata cylindrical* L. Beauv). *Buletin Info Hutan* 5(3): 219-230
- Purnomo, D. W., Magandhi, M., Helmanto, H. dan Witono, J. R. 2015. Jenis-jenis tumbuhan reklamasi potensial untuk fitoremediasi kawasan bekas tambang. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 3 Juni 2015 1(3): 496-500
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH). 2008. *Petunjuk Praktik Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia*. Buku. Pusaka Semesta Persada, Banten. 125 Halaman
- Puwaningsih. 2006. Analisis vegetasi hutan pada beberapa ketinggian tempat di bukit wawouwai, pulau wawonii, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biodiversitas* 7(1): 49-53
- Purwaningsih, S. 2009. Populasi bakteri rhizobium di tanah pada beberapa tanaman dari pulau Buton, Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Tanah Tropika* 14(10): 65-70
- Purwantari, N. D. 2007. Reklamasi area tailing di pertambangan dengan tanaman pakan ternak; mungkinkah ?. *Buletin Wartazoa* 17(3): 101-108
- Puspitasari, D. J. dan Khaeruddin. 2016. Kajian bioremediasi pada tanah tercemar pestisida. *Jurnal Riset Kimia Kovalen* 2(3): 96-106
- Rokhmawati, A., Gunadi, A., dan Fatmawati, D. W. A. 2014. Daya antibakteri ekstrak buah takokak (*Solanum torvum* Swartz) terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa* 1(1): 1-7
- Rondonuwu, S. B. 2014. Fitoremediasi limbah merkuri tanaman dan sistem reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains* 14(1): 52-59
- Singh, B. K., dan Walker, A. 2006. Microbial degradation of organophosphorus compounds. *Journal Fems Microbiol Rev.* 30: 428-471
- Sirait, N. 2009. Terong cepoka (*Solanum torvum*) herba yang berkhasiat sebagai obat. *Buletin Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 15(3): 10-12
- Siswanto, B., Krisnayani, B. D., Utomo W. H. dan Anderson, C. W. N. 2012. Rehabilitation of artisanal gold mining land in West Lombok, Indonesia:

characterization of overburden and the surrounding soils. *Journal of Geology and Mining Research* 4(1): 1-7

- Soerianegara, I. and Lemmens, R. H. M. J. 1993. *Plant resources of South-east Asia 5(1): timber trees: major commercial timbers*. Buku. Pudoc Scientific Publisher. Wageningen. 610 Halaman
- Sukarman, R., Kainde, J. R. dan Thomas, A. 2012. Pertumbuhan bibit sengon (*paraserianthes falcataria*) pada berbagai media tumbuh. *Jurnal Eugenia* 18(3): 215-220
- Suyatna, H., Bahrudiin, Nurhadi, Suparjan, Prajulianto, A., Arfanfi, H., Syamsudin, Amir, M. F., Ardiansyah, N., Wiyatmoko, A. dan Idzhar, N. 2016. *Panduan Pelembagaan Tambang Rakyat*. Buku. Jurusan Pembangunan Sosial dan Kesejahteraan Universitas Gadjah Mada dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 95 Halaman
- Suyanto, Hafizianor, dan Nugroho, Y. 2009. Inventarisasi jenis-jenis pohon bermanfaat ganda unggulan lokal (multi purpose tree species) berdasarkan kondisi ekologisnya dalam rangka upaya rehabilitasi lahan kritis kabupaten banjar. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. 26: 110-118
- Thamrin, M., Asikin, S. dan Willis, M. 2013. Tumbuhan kirinyu *chromolaena odorata* (L) (asteraceae: asterales) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak *spodoptera litura*. *Jurnal Libang Pertanian Lahan Rawa*. 32(3): 112-121
- Udiharto, M. 1992. Aktivitas mikroba dalam degradasi minyak bumi. *Prosiding Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian Lemigas*. PPPTMGB Lemigas. Jakarta. Halaman 464-475
- Vidali., M. 2011. Bioremediation an overview. *Bulletin Pure Appl. Chem*. 73: 1163-1172
- Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 3(1): 16-27
- Widiyanti, P. dan Kusmana, C. 2014. Komposisi jenis dan struktur vegetasi pada kawasan karst gunung cibodas, kecamatan ciampea, kabupaten bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika* 5(2): 69-76
- Widyati, E. 2011. Potensi tumbuhan bawah sebagai akumulator logam berat untuk membantu rehabilitasi lahan bekas tambang. *Buletin Mitra Hutan Tanaman* 6(2): 47-56

Yu, X., Trapp, S., Zhou, P. dan Hu, H. 2005. The effect of temperature on the rate of cyanide metabolism of two woody plants. *Journal Chemosphere* 59: 1099-1104

Zulkarnain. 2013. Analisis penetapan kriteria kawasan hutan. *Jurnal Agrifor* 12(2): 230-243