

**KADAR LOGAM BERAT PADA LEGUM *Calopogonium mucunoides* YANG  
DITANAM PADA LAHAN REKLAMASI PASCA TAMBANG BATU BARA  
PT. KITADIN EMBALUT KUTAI KARTANEGARA**

***Content of Heavy Metal in Calopogonium mucunoides Planted at Reclamation  
Land of Post Coal Mining PT. Kitadin Embalut, Kutai Kartanegara***

**Ardiansyah\*, Taufan Purwokusumaning Daru dan Odit Ferry Kurniadinata**

Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda.

\*Corresponding author : ardiaansyah97@gmail.com

**ABSTRAK**

Tanaman *Calopogonium mucunoides* merupakan salah satu tanaman yang dimanfaatkan pada proses reklamasi lahan pascatambang di PT. Kitadin Embalut. Tanaman yang tergolong ke dalam kelompok leguminosa ini diproyeksikan untuk dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi potong pada beberapa areal peternakan di sekitar lokasi pascatambang. Lokasi penanaman *C. mucunoides* ini membuat perlunya analisa terhadap kandungan logam berat pada tanaman agar mampu tetap aman untuk dapat dikonsumsi oleh ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat legum pada *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan reklamasi pascatambang batu bara di lahan terbuka umur 3 bulan dan lahan naungan umur 6 tahun milik PT. Kitadin Embalut Kutai Kartanegara. Penelitian ini disusun secara deskriptif dengan cara membandingkan rata-rata kandungan logam berat pada legum *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan kedua jenis lahan dengan umur yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan kadar logam berat Cd, Zn, Pb dan Cu pada legum *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan reklamasi pascatambang batu bara lahan terbuka umur 3 bulan dan pada lahan naungan umur 6 tahun masih berada di bawah maksimum toleransi yang diijinkan, sehingga aman untuk dijadikan sebagai pakan hewan ternak.

**Kata kunci :** *Calopogonium mucunoides*, lahan terbuka, lahan reklamasi pascatambang, naungan

**ABSTRACT**

*Calopogonium mucunoides* is one of the plants used in the post-mining land reclamation process at PT. Kitadin Embalut. The plant belonging to the leguminous group is projected to be used as beef cattle feed in several livestock areas around the post-mining site. The location of *C. mucunoides* planting makes it necessary to analyze the heavy metal content in plants so that they are safe for consumption by livestock. This study aims to determine the heavy metal content of legumes in *C. mucunoides* grown on post-coal mining reclamation land in 3-months-old open land and 6-years-old shaded land owned by PT. Kitadin Embalut Kutai Kartanegara. This research was compiled using descriptive method by comparing the average heavy metal content in the legume *C. mucunoides* grown on the two types of land with different ages. The results showed that the levels of heavy metals Cd, Zn, Pb and Cu in *C. mucunoides* legumes planted on open land post-coal mining reclamation at the age of 3 months and on shaded land at the age of 6 years were still below the maximum allowable tolerance, so it is safe for used as livestock feed.

**Keywords:** *Calopogonium mucunoides*, open land, post-mining reclamation land, shade

## Pendahuluan

Reklamasi adalah kegiatan untuk memperbaiki lahan pasca tambang yang rusak dan upaya reklamasi lahan dapat dilakukan dengan menanam tanaman penutup dan pohon – pohon (Latifah, 2003). Upaya reklamasi yang telah dilaksanakan oleh PT. Kitadin Embalut sejak 2013 dengan melakukan penanaman tanaman pioner seperti meranti setelah 4 tahun dilakukan penanaman tanaman pelindung berupa sengon buto, trembesi, waru, johar dan gmelina (Gede *et al.*, 2017). Tanggung jawab yang dilaksanakan PT. Kitadin Embalut tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: 146/Kpts-II/1999 mengenai Pedoman Reklamasi Bekas Tambang Dalam Kawasan Hutan menyebutkan bahwa setiap perusahaan pertambangan dan energi memiliki kewajiban untuk melaksanakan reklamasi lahan bekas tambang atas kawasan hutan yang dipinjam-pakai. Hal itu bertujuan untuk memulihkan kondisi kawasan hutan yang rusak sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan dan energi sehingga kawasan hutan yang dimaksud dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya.

Penggunaan tanaman untuk kegiatan reklamasi umumnya menggunakan *Calopogonium mucunoides* adalah sejenis legum yang menjalar. *Calopogonium* dikenal baik sebagai satu jenis kacang polong pelopor yang berharga untuk melindungi permukaan lahan, mengurangi temperatur lahan, memperbaiki kandungan nitrogen, meningkatkan kesuburan lahan dan mengendalikan pertumbuhan rumput liar. Tanaman ini merupakan satu tanaman penutup panen yang penting untuk tanaman perkebunan, terutama karet dan kelapa sawit, di mana tanaman ini sering ditanam bersama dengan centro (*Centrosema pubescens*) dan kacang ruji (*Pueraria phaseoloides*). *Calopogonium* adalah juga digunakan sebagai suatu pupuk

hijau untuk peningkatan kualitas lahan. Biasanya ditanam untuk makanan hewan, digunakan terutama sepanjang di akhir musim kering.

Penggunaan *C. mucunoides* di lahan reklamasi tambang PT. Kitadin Embalut terhampar di area reklamasi yang berusia 3 bulan dan 6 tahun yang mencakup lahan yang luas dan umumnya lahan reklamasi tersebut berdekatan dengan pemukiman maupun usaha peternakan sapi oleh masyarakat, sehingga lahan pasca tambang tersebut menjadi daerah peternakan sapi potong. Adanya pemanfaatan lahan reklamasi maupun pasca tambang batubara tersebut sebagai tempat pengembalaan sapi potong. Adanya aktivitas peternakan sapi potong di area tersebut, maka perlunya memperhatikan keamanan pakan dari tanaman yang menjadi pakan sapi potong tersebut, khususnya *C. mucunoides* yang perlu di perhatikan kandungan logam beratnya. Kandungan logam berat seperti Cu, Cd, Zn dan Pb merupakan logam non esensial yang beracun. Kadar kandungan logam berat pada hijauan pakan apabila terlalu tinggi dan melebihi kemampuan toleransi sapi potong akan menjadi racun pada tubuh ternak, sehingga dapat berdampak pada daging sapi potong yang selanjutnya menimbulkan bahaya kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi daging ternak tersebut (Daru *et al.*, 2012).

Keamanan kandungan di dalam pakan tidak terpisahkan dari ketahanan pangan suatu masyarakat yang mengkonsumsi daging hewan ternak. Secara lebih spesifik permasalahan dalam penelitian ini adalah mengetahui kadar logam berat legum *C. mucunoides* yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak oleh masyarakat di sekitar lahan reklamasi pasca tambang batu bara.

## Metode Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2019 sampai dengan Maret 2020.

Tempat penelitian dilaksanakan di lahan reklamasi tambang batubara PT. Kitadin Embalut, Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Dalam pengambilan sampel digunakan kuadran, tali rafia, arit, dan plastik sampel, gembor, cangkul, alat dokumentasi, benih *Calopogonium mucnoides*. Petak pengamatan ditentukan dengan pelemparan kuadran di beberapa titik pada lahan terbuka umur 3 bulan dan lahan naungan umur 6 tahun yang kemudian sampel tanah dan legum yang tumbuh didalam petak pengamatan tersebut. Hasil sampel yang dikumpulkan lalu dikomposit untuk dikeringkan. Sampel tanah dan legum yang telah kering dianalisis kandungan logam beratnya. Jenis logam berat yang diamati pada penelitian ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn), Cadmium (Cd), dan Timbal (Pb). Data penelitian disusun secara deskriptif dengan cara membandingkan rata-rata kandungan logam berat pada tanah dan legum *C. muconoides* yang ditanam pada lahan reklamasi tambang batu bara lahan terbuka umur 3 bulan dengan lahan naungan umur 6 tahun.

## Hasil Dan Pembahasan

### Kandungan Logam Berat Pada Tanah

Tanaman pakan yang tumbuh di lahan reklamasi pasca tambang merupakan sumber pakan utama bagi ternak yang digembalakan sehingga keberadaan logam berat dalam tumbuhan dapat memicu pengendapan sejumlah logam berat dalam tubuh ternak (Daru *et al.*, 2020). Adanya logam berat yang terdeposit pada organ ternak menjadikan produk ternak tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Kandungan logam berat Cu, Zn, Pb dan Cd pada tanah reklamasi tambang batubara lahan terbuka umur 3 bulan lebih tinggi daripada pada lahan

naungan umur 6 tahun yang disajikan pada Tabel 1. Hal ini terjadi dikarenakan pada lahan terbuka yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lahan reklamasi pasca tambang batubara yang masih baru tanpa ada tanaman sebagai penyerap logam berat melalui akar sehingga kandungan logam berat belum terurai dengan sempurna di dalam tanah, logam berat memerlukan waktu yang lama untuk penguraian sesuai dengan sifatnya bahwa senyawa logam tidak mudah terurai. Logam berat sulit didegradasi, sehingga cenderung akan terakumulasi pada lingkungan (Sutamihardja, 2006). Sedangkan lahan naungan yang digunakan merupakan lahan reklamasi pasca tambang batubara yang telah ditanami pohon sehingga bahan organik pada tanah sudah mulai pulih seperti sebelumnya. Kondisi fisik dan kimiawi tanah yang buruk ditemui pula pada areal bekas tambang batubara di Kalimantan, meskipun telah direklamasi selama 1-3 tahun (Indrajati *et al.*, 2005). Sebuah penelitian terhadap lahan bekas tambang batubara yang telah direklamasi selama kurun waktu 5 tahun telah dilakukan dan hasil analisis tanah pada lahan bekas tambang batubara yang telah direklamasi selama kurun waktu 5 tahun menunjukkan bahwa: KTK tanah sebesar 19,00 me 100 g<sup>-1</sup> tanah (tergolong sedang), KB sebesar 100% (tergolong sangat tinggi), C-organik sebesar 1,30 % atau setara dengan 2,24 % bahan organik (tergolong rendah) dan P tersedia sebesar 6,30 ppm yang tergolong rendah (Purnamayani *et al.*, 2016). Logam berat dalam tanah akan tersimpan pada seluruh bagian tanaman yang tumbuh di atasnya. Kandungan logam berat pada bagian tanaman pakan perlu diketahui untuk mengukur keamanan untuk dikonsumsi oleh ternak.

Tabel 1. Kandungan Logam Berat Tanah dan *Calopogonium mucunoides* di Lahan Pasca Tambang Batubara PT. Kitadin Embalut

Lokasi	Logam Berat Tanah			
	Cu	Zn	Cd	Pb
	..... ppm .....			
Lahan Terbuka Umur 3 Bulan	12,97	12,33	ttd	12,55
Lahan Naungan Umur 6 Tahun	3,30	10,92	ttd	9,08
Logam Berat <i>Calopogonium mucunoides</i>				
Lahan Terbuka Umur 3 Bulan	0.0003	0.003	< LOD	0.003
Lahan Naungan Umur 6 Tahun	0.0005	0.004	0.80	0.33

Keterangan : ttd = tidak terdeteksi; LOD = 0

Sumber: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Timur

Kandungan logam berat pada tanaman *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan yang ternaungi dan berumur 6 tahun lebih tinggi dibandingkan yang ditanam di lahan terbuka umur 3 bulan, karena tanaman *C. mucunoides* pada lahan yang ternaungi tidak terkena sinar matahari langsung dan menghambat proses fotosintesis sehingga menyebabkan tanaman menjadi kurang subur dan kemampuan untuk menyerap logam berat juga menjadi berkurang. Pengaruh panas matahari suatu cara untuk tumbuhan melakukan pertukaran energi dari dalam tumbuhan ke lingkungan luar (Daru *et al.*, 2020). Logam berat yang terdapat pada tanaman pakan yang aman untuk dikonsumsi oleh ternak sebaiknya maksimum 100 ppm Cu, 500 ppm Zn, 100 ppm Pb, 10 ppm Cd (NRC, 2000).

Perbedaan penyerapan logam Pb, Zn, dan Cu dapat disebabkan oleh aktivitas tanaman dalam proses fotosintesis. Ukuran daun, jumlah stomata, kerapatan stomata, dan jumlah klorofil pada daun juga menentukan tinggi atau rendahnya akumulasi logam berat yang ada di tanaman (Putra, 2018).

Semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Penyerapan logam berat ditentukan oleh tipe jaringan dan perlakuan yang diberikan (Knox *et al.*, 2000). Sehingga yang paling menentukan adalah jenis/spesies tumbuhan. Sejumlah

tumbuhan terbukti memiliki sifat hiperakumulasi, yakni mampu mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperakumulator (Hidayati, 2005). Salah satunya family *Fabaceae*.

Hasil analisis kandungan logam berat tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada tanaman legum *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan terbuka umur 3 bulan dan pada lahan naungan umur 6 tahun di lahan reklamasi pasca tambang batubara PT. Kitadin, berturut-turut adalah 0,0005 ppm, 0,004 ppm, 0,08 ppm, dan 0,33 ppm. Oleh karena itu, NRC merekomendasikan bahwa batas toleransi maksimum untuk logam Cu pada pakan ternak adalah 100 ppm, untuk logam Zn adalah 500 ppm, untuk logam Pb 100 ppm, dan untuk logam Cd adalah 10 ppm (NRC, 2000). Dengan demikian, kandungan logam berat Cu, Zn, Pb, dan Cd pada tanaman legum *C. mucunoides* di lahan reklamasi pasca tambang batubara PT. Kitadin Embalut Kutai Kertanegara berada di bawah maksimum toleransi yang diijinkan, sehingga aman untuk pakan ternak. Bagian dari legume *C. mucunoides* yang diuji kandungan logam beratnya adalah daun, karena daun *C. mucunoides* yang lebih banyak digunakan untuk pakan ternak selain batang namun tidak termasuk akar. Dan juga daun merupakan hijauan pakan yang mengandung sumber nutrisi penting

untuk meningkatkan pertumbuhan hewan ternak.

Daun leguminosa merupakan sumber nutrisi yang baik, tetapi batangnya mempunyai nilai nutrisi yang rendah terutama pada yang dewasa. Perubahan komposisi nutrisi pada legum terjadi akibat semakin meningkatnya proses lignifikasi dan meningkatnya serat pada batang serta penurunanimbangan (rasio) antara daun dan batang (Kamal, 1998). Logam berat yang secara alami terdapat pada tanah yang kemudian diserap oleh tanaman dan diakumulasikan di daun yang dalam jumlah kecil tidak berbahaya. Namun sebaliknya akan berbahaya jika telah melewati ambang batas. Dampak pencemaran logam berat tidak secara langsung dirasakan, tetapi dampak dari pencemaran logam berat tersebut baru akan terlihat setelah beberapa tahun ke depan. Konsentrasi logam berat yang melewati ambang batas akan bersifat toksik bagi lingkungan, dan bila logam berat tersebut berada pada organ tanaman yang dapat digunakan dan dikonsumsi sehari-hari maka akan berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup dengan kata lain bersifat toksis (Azis *et al.*, 2010).

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kadar logam berat pada legum *C. mucunoides* ditanam pada lahan reklamasi pasca tambang batubara PT. Kitadin Embalut Kutai Kartanegara bahwa kadar logam berat Cd, Cu, Pb dan Zn pada legum *C. mucunoides* yang ditanam pada lahan reklamasi pasca tambang batubara lahan terbuka umur 3 bulan dan pada lahan naungan umur 6 tahun masih berada di bawah maksimum toleransi yang diijinkan, sehingga aman untuk dijadikan sebagai pakan untuk hewan ternak.

### Daftar Pustaka

- Arora, S.P. 1989. *Pencemaran Mikroba pada Ruminansia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Budiana, I.G.E, Jumani, M. P. Biantary. 2017. *Evaluasi Tingkat Keberhasilan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Batubara Di PT Kitadin Site Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*. Agrifor. Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan. Universitas Tujuh Belas Agustus, Samarinda.
- Chen, C.P., and Aminah. 1992. *Plant Resources of South-East Asia (PORSEA) No 4. Forages* (Edi). Wageningen, Netherlands and Bogor, Indonesia.
- Crowder, L.V. 1960. *Gramineae Leguminosae Forages in Colombia*. DIA Boletin Technic, 8. Bogota.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-Press. Jakarta.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press: Jakarta.
- Daru, T. P. 2009. *Tehnik Pengembangan Tanaman Penutup Tanah pada Lahan Reklamasi Tambang Batubara Sebagai Pastura*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Daru, TP., Hardjosoewignjo, S., Abdullah, L., Setiadi, Y., Riyanto. 2012. *Grazing Pressure of Cattle on Mixed Pastures at Coal Mine Land Reclamation*. Media Peternakan. Jurnal. Institut Pertanian Bogor.
- Daru. T.P., R. Yusuf, Juraemi. 2020. *Potensi Tumbuhan di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara Sebagai Pakan Ternak*. Jurnal Pertanian Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- E. Merian. 1984. *Introduction On Environmental Chemistry And Global Cycles Of Chromium, Nickel, Cobalt Beryllium, Arsenic, Cadmium And Selenium, And Their Derivatvest*. Toxicological & Environmental Chemistry, vol. 8, no. 1, pp. 9–38.

- Eaton, A. D . 2005. *Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater*. National Government Publication : English : 21st ed. Whashington, D.C.
- Gede, E. B. I dan P.B. J. Maya. 2017. *Evaluation Of Soil Revegetation Success Rate Ex-Pit Coal Mine In Kitadin Site Embalut Kutai In East Kalimantan*. *Agrifor* 16.2 .195-208.
- Hasniati . 2014. *Atlas Tumbuhan Sulawesi Selatan Edisi Lab School UNM Desa Batara Kec, Labakkang Kab, Pangkep*. Program Studi Biologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar.
- Hidayati, N. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator*. Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Indrajati, K., Poppy, H.H dan Imelda, I.L. 2005. *Studi Kandungan Logam Pb dalam Tanaman Kangkung Umur 3 dan 6 Minggu yang ditanam di Media yang Mengandung Pb*. *Makara Sains*. Fakultas Farmasi. Universitas Surabaya. Surabaya, Indonesia.
- Jayadi, S. 1991. *Tanaman Makanan Ternak Tropika*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Jaishankar M, Mathew BB, Shah MS, Gowda KRS. 2014. *Biosorption of Few Heavy Metal Ions Using Agricultural Wastes*. *Journal of Environment Pollution and Human Health*; 2(1): 1–6. Department of Biotechnology, Sapthagiri College of Engineering, Bangalore, India.
- Kamal, M. 1998. *Bahan Pakan Dan Ransum Ternak*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Indonesia.
- Knox, A.S., Seaman, J., Andriano, D.C., & Pierzynski, G. 2000. *Chemostabilization of metals in contaminated soils*. New York: Marcek Dekker Inc.
- Kurniasari L, Riwayati I, Suwardiyono. 2012. *Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat*. *Momentum*, 8(1): 1-5. Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Latifah, S. 2003. *Kegiatan Reklamasi Lahan Pada Bekas Tambang*. Universtitas Sumatera Utara Digital Library, 1–17.
- Lestari. P, Eny. F, Cahyono, A.D.K. 2017. *Pengaruh Legum Penutup Tanah Terhadap Pertumbuhan Semai Mahoni (Swietenia macrophylla) Pada Tanah Marginal*. *Program Studi Pengelolaan Hutan/Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner/Sekolah Vokasi*. Universitas Gadjah Mada, Indonesia. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, Vol. 1 No. 1.
- Ludlow, M. M and Wilson, G. L.1970. *Growth of Some Tropical Grasses and Legumes at Two Temperatures*. *J. Aust. Inst. Agric. Science.*, 36:43-45.
- National Research Council (NRC). 2000. *Nutrient Requirement of Beef Cattle*. 7th Ed. Washington D.C: The National Academies Press.
- Oktabriana. G, Riza. S, Gusmini, Aprisal. 2019. *Penggunaan Berbagai Macam Legum Cover Crop (LCC) Dalam Menyerap Logam-Logam Berat Pada Lahan Bekas Tambang Emas Di Kabupaten Sijunjung*. *Jurnal*. Universitas Andalas.
- Palar H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta
- Purnamayani, R., J. Hendri, dan H. Purnama, 2016. *Karakteristik Kimia Tanah Lahan Reklamasi Tambang Batubara di Provinsi Jambi (The Soil Chemical Characteristics of Coal Mining Land Reclamation at Jambi)*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, Palembang.
- Putra. R. A. 2018. *Bioakumulasi Logam Berat Pb, Zn, Dan Cu Pada Tanaman Sansevieria trifasciata Di Universitas Islam Indonesia*. Laporan Tugas Akhir Program

- Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Dan  
Perencanaan Universitas Islam  
Indonesia. Yogyakarta.
- Purwanto. I. 2007. *Mengenal Lebih  
Dekat Leguminoseae*. Kanisius.  
Yogyakarta.
- Ratriani, P. H. 2019. *Logam Berat dalam  
Pertanian*. Dinas Pertanian dan  
Ketahanan Pangan Daerah  
Istimewa Yogyakarta.
- Setyoningrum, H. M., Hadisusanto, S.,  
Yunianto, T., 2014. *Kandungan  
Kadmium (Cd) Pada Tanah Dan  
Cacing Tanah Di TPAS Piyungan,  
Bantul, Daerah Istimewa  
Yogyakarta*. Jurnal Manusia Dan  
Lingkungan. Pusat Studi  
Lingkungan Hidup (PSLH).  
Universitas Gajah Mada,  
Yogyakarta.
- Skerman. P.J. 1977. *Tropical Farage  
Legumes. Food and Agriculture  
Organization of The United  
Nations*, Rome.
- Sutamihardja, 2006. *Toksikologi  
Lingkungan*. Buku Ajar Program  
Studi ilmu Lingkungan  
Universitas Indonesia. Jakarta.
- Suprpto, S.J. 2007. *Tinjauan Reklamasi  
Lahan Bekas Tambang Dan  
Aspek Konservasi Bahan Galian*.  
Kelompok Program Penelitian  
Konservasi- Pusat Sumber Daya  
Geologi. Bandung. Jawa Barat.
- Thamrin dan I. Raden. 2018. *Reklamasi  
Lahan Pasca Tambang Batubara  
Menjadi Lahan Produktif Di  
Kabupaten Kutai Kartanegara*.  
Jurnal. Program Studi  
Agroteknologi Fakultas Pertanian  
Universitas Kutai Kartanegara.
- Undang-Undang Republik Indonesia  
Nomor 3 tahun 2020 Tentang  
Perubahan Atas Undang-Undang  
Nomor 4 Tahun 2009 Tentang  
*Pertambangan Mineral Dan  
Batubara*.