



Karakteristik Lahan Revegetasi di Area Pasca Operasi Minyak & Gas Bumi (Studi Kasus: PT. Pertamina Hulu Rokan)

Abdillah Lbs¹, Suwondo²

¹Mahasiswa Ilmu Lingkungan, Program Doktorat, Universitas Riau

²Ilmu Lingkungan, Program Doktorat, Universitas Riau

e-mail : ¹abdillah.lbs6296@grad.unri.ac.id, ²suwondo@lecturer.unri.ac.id*

Abstrak

Ekstraksi sumberdaya alam seperti minyak dan gas bumi disatu sisi memberikan nilai positif bagi perekonomian bangsa, namun seringkali menyisakan permasalahan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik tanah (fisik dan kimia tanah) pada lahan pasca operasi penambangan minyak dan gas bumi yang di PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) yang telah di revegetasi. Penelitian lapangan dilakukan melalui metode observasi dengan melakukan pengambilan sampel secara purposive di lima lokasi lahan pasca operasi di PHR. Pengambilan sampel tanah di lima lokasi pasca operasi diambil secara komposit. Analisis tanah dilakukan untuk mengukur variabel sifat kimia dan fisika tanah. Hasil penelitian menunjukkan Lahan pasca operasi tambang minyak dan gas bumi di Provinsi Riau memiliki kualitas tanah yang buruk. Hal ini berdampak kepada gagalnya proses revegetasi yang dilakukan oleh PHR. Secara keseluruhan, karakteristik tanah pasca operasi meliputi kesuburan tanah dan kandungan bahan organik yang lebih rendah, masalah pemadatan tanah, struktur tanah yang masif, kedalaman perakaran yang tidak memadai, kapasitas menahan air yang rendah, dan nilai pH tanah yang rendah.

Kata kunci : Fisika Kimia Tanah, Karakteristik Tanah, Kesuburan, Pasca Operasi Tambang.

1. Pendahuluan

Tanah pasca operasi merupakan tanah yang ditinggalkan setelah operasi penambangan dilakukan [1]. Tanah ini memiliki keunikan dalam komposisi dan karakteristiknya akibat gangguan yang disebabkan oleh aktivitas pertambangan [2]. Kegiatan ini dapat berupa penggalian sumberdaya alam, pemindahan vegetasi, dan gangguan pada lanskap alam [3]. Karakteristik tanah pasca tambang penting untuk dipahami karena dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan masyarakat setempat [4]. Lahan Pasca operasi di PT. Pertamina Hulu Rokan tersebut telah mengalami gangguan yang signifikan akibat kegiatan ekstraksi minyak dan gas, yang menyebabkan degradasi vegetasi dan fungsi ekologis. Pada aspek biofisik, kegiatan pertambangan dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan secara langsung. Bentuk kerusakan ekologis yang terjadi antara lain hilangnya tutupan vegetasi dan degradasi fisik, kimia, dan biologi tanah yang mendorong perubahan ekosistem, lanskap, dan aliran air [5]. Oleh karena itu, penerapan strategi revegetasi yang efektif dan tepat sasaran menjadi sangat penting untuk mengembalikan keseimbangan ekologis di area tersebut. Revegetasi memainkan peran penting dalam memulihkan dan meningkatkan fungsi ekologis wilayah pasca operasi minyak dan gas di Provinsi Riau. Karakteristik lahan yang telah direvegetasi di area pasca operasi minyak dan gas di Provinsi Riau menunjukkan indikator penting keberhasilan upaya restorasi. Indikator-indikator

tersebut salah satu nya adalah kualitas tanah.

Salah satu karakteristik utama dari lahan yang telah direvegetasi di area pasca operasi minyak dan gas di Provinsi Riau adalah kondisi lahan yang terdegradasi. Gangguan ini menyebabkan berbagai dampak negatif terhadap sifat-sifat tanah dan mikroorganisme, seperti berkurangnya kandungan bahan organik dan terganggunya siklus hara pada tanah pasca operasi. Saat ini, PT Pertamina Hulu Rokan (PHR) telah melakukan kegiatan pemulihan lahan-lahan yang tidak produktif dengan melakukan kegiatan revegetasi di area-area seperti (a) Area bekas fasilitas sumur yang telah dilakukan kegiatan plug & abandon (P&A), termasuk pembongkaran fasilitas permukaan yang terkait; (b) Area bekas fasilitas produksi yang telah dibongkar; (c) Area bekas borrow pit [6]. Selain itu, keberhasilan upaya revegetasi di area-area ini juga akan meningkatkan keanekaragaman hayati.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik tanah (fisik dan kimia tanah) pada lahan pasca operasi penambangan minyak dan gas bumi yang di PHR yang telah di revegetasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di areal lahan pasca operasi PT. Pertamina Hulu Rokan di lima (5) lokasi revegetasi yang mewakili 3 kelompok areal pasca operasi secara purposive. Berbagai area revegetasi yang diamati memiliki luasan yang berbeda-beda. Areal revegetasi Minas 01141 (7E-81-NI3)

memiliki luas 0,21 Ha, PEMA00003 seluas 0,19 Ha, Rantau Bais 15 seluas 0,04 Ha, Ubi Sekeladi GS seluas 1,97 Ha, dan Duri 13 - Laban 8 seluas 14,56 Ha. Gambaran umum sebaran wilayah studi kegiatan revegetasi disajikan pada Tabel 1.

Penelitian lapangan dilakukan melalui metode observasi. Pengamatan dilakukan di lahan pasca operasi pertambangan minyak dan gas bumi. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan dan analisis tanah berupa kedalaman solum, sifat fisik tanah. Sedangkan data sekunder diperoleh dari Hasil Kajian Akhir Kegiatan Revegetasi di Wilayah Kerja Rokan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan dan uji laboratorium selanjutnya dijelaskan secara deskriptif.

Tabel 1. Lokasi Studi Kegiatan Revegetasi

No	Lokasi	Koordinat	Tipe Lahan Pasca Operasi
1	Minas 01411 (7E-81N13)	0° 44' 13.8" BT 101° 27' 52.9" LS	Bekas sumur minyak
2	PEMA 00003	1° 17' 16.2" BT 101° 4' 39" LS	Bekas sumur minyak
3	Rantau Bais 15	1° 37' 17.3" BT 101° 4' 51.6" LS	Bekas sumur minyak
4	Ubi Sekeladi GS	1° 30' 32.5" BT 100° 57' 2.6" LS	Bekas fasilitas operasi (Stasiun Pengumpul Minyak)
5	Duri 13 - Laban 8	1° 24' 14.1" BT 101° 15' 53.7" LS	Bekas Galian C

3. Hasil dan Pembahasan

Evaluasi kesuburan tanah pasca operasi merupakan proses pendiagnosaan status hara di dalam tanah. Penilaian kesuburan tanah memainkan peran penting dalam mengevaluasi dampak kegiatan pertambangan dan memastikan praktik pengelolaan tanah yang berkelanjutan [7]. Dengan melakukan evaluasi kesuburan tanah secara menyeluruh, perusahaan tambang dapat mengidentifikasi perubahan dan gangguan spesifik yang disebabkan oleh operasi pertambangan terhadap kualitas tanah dan tingkat unsur hara [8]. Lima parameter kesuburan tanah yang digunakan dalam penelitian ini untuk menilai status kesuburan tanah, yaitu Kapasitas Tukar Kation (KTK); C-organik; Kadar P dan K total tanah yang disesuaikan dengan petunjuk teknis evaluasi kesuburan tanah.

Berdasarkan hasil analisa tanah di lima lokasi area revegetasi, tanah pasca operasi penambangan minyak dan gas bumi di 5 lokasi secara nyata memiliki kualitas tanah yang buruk baik secara fisik maupun kimia tanah. Sifat fisik dan kimia tanah pada lahan pasca operasi penambangan

disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia dan Fisika Tanah

Parameter	Minas 01411 (&E-81N13)	Pema 00003	Duri 13-Laban 8	Rantau Bais 15	Ubi Sekeladi GS
pH H ₂ O	5.73 ^{AM}	4.96 ^M	5.04 ^M	5.04 ^M	4.7 ^M
C-Organik (%)	1.72 ^R	0.21 ^{SR}	0.20 ^{SR}	0.30 ^{SR}	3.45 ^T
N (%)	0.05 ^{SR}	0.02 ^{SR}	0.01 ^{SR}	0.03 ^{SR}	0.26 ^S
C/N ratio	34 ST	11 ^S	20 ^T	10 ^R	13.27 ^S
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg/100gr)	2.41 ^{SR}	1.80 ^{SR}	0.75 ^{SR}	4.49 ^{SR}	19.45 ^R
K ₂ O HCl 25% (mg/100gr)	5.19 ^{SR}	6.32 ^{SR}	2.42 ^{SR}	31.35 ^S	17.42 ^R
Ca (me/100gr)	2.63 ^{SR}	0.85 ^{SR}	0.58 ^{SR}	1.04 ^{SR}	3.23 ^R
Mg (me/100gr)	0.22 ^{SR}	0.15 ^{SR}	0.17 ^{SR}	1.61 ^S	1.01 ^S
K (me/100gr)	0.07 ^{SR}	0.12 ^{SR}	0.07 ^{SR}	0.33 ^S	0.21 ^R
Na (me/100gr)	0.06 ^{SR}	0.06 ^{SR}	0.06 ^{SR}	0.06 ^{SR}	0.53 ^S
KTK (me/100gr)	4.32 ^{SR}	24.80 ^R	1.76 ^{SR}	13.58 ^R	12.02 ^R
KB (%)	68.98 ^T	4.76 ^{SR}	50.00 ^S	22.39 ^R	41.43 ^S
Tekstur (%)					
Pasir	47	42	61.73	12	70.03
Debu	25	15	29.58	38	17.61
Liat	28	43	8.69	50	12.36

Keterangan: SM (sangat masam), M (masam), SR (sangat rendah), R (rendah), S (sedang), T (tinggi) – Balai Penelitian Tanah 2009

Hal ini disebabkan oleh pada setiap kegiatan pembukaan sumur-sumur minyak, pembuatan fasilitas produksi selama berbagai tahap konstruksi hingga penutupan sumur sering kali menyebabkan degradasi tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi [9]. Kegiatan penambangan selama bertahun-tahun telah mengakibatkan kerusakan tanah yang besar [10]. Penurunan kualitas tanah di lima area pasca operasi penambangan disebabkan oleh adanya aktifitas pembersihan vegetasi (land clearing) dan pemindahan lapisan atas tanah (topsoil) pada saat pembuatan well pad [11] [12].

Berdasarkan Tabel 2, dapat diringkas hasil analisis tanah di lima area lahan pasca operasi sebagai berikut. (a) Minas 01411 (7E-81N13): tanah asam, kadar bahan organik rendah, KTK sangat rendah, dan potensi pemadatan tanah cukup besar, drainase buruk. (b) PEMA 00003: tanah asam, kadar bahan

organik sangat rendah, KTK sangat rendah, potensi pemadatan tanah cukup besar, drainase buruk. (c) Duri 13 Laban 8: tanah asam, kadar bahan organik sangat rendah, KTK sangat rendah, potensi pemadatan tanah cukup besar, terjadi erosi lanjut, drainase buruk. (d) Rantau Bais 15: tanah asam, kadar bahan organik sangat rendah, KTK rendah, potensi pemadatan tanah besar, drainase buruk. Dan (e) Ubi sekeladi GS: tanah asam, kadar bahan organik tinggi, KTK rendah, potensi pemadatan tanah besar, drainase buruk. Tekstur tanah di lima lahan pasca operasi memiliki tekstur liat, lempung berpasir, dan lempung liat berpasir.

Pengamatan kedalaman solum tanah juga dilakukan dalam penelitian, tujuannya adalah untuk mengetahui potensi perakaran di area revegetasi lahan pasca operasi. Hasil pengamatan solum tanah pada lima area lahan pasca operasi tersaji dalam Tabel 3. Hasil pengamatan solum tanah menunjukkan bahwa kedalaman tanah rata-rata mencapai 161 cm. Kedalaman efektif akar akan memiliki nilai yang sama dengan solum tanah [13]. Permasalahan yang muncul adalah tanah di lima lokasi tersebut mengalami pemadatan. Pemadatan ini terjadi karena adanya desain dan persyaratan pembuatan untuk pembangunan fasilitas di lima lokasi tersebut harus melakukan pemadatan tanah. Penggunaan alat berat dan peralatan dalam operasi penambangan menyebabkan pemadatan tanah dapat terjadi, mengakibatkan berkurangnya porositas, drainase yang buruk, dan kedalaman perakaran yang tidak memadai di lokasi reklamasi [14]. Pengaruh solum tanah pada perakaran tidak dapat disangkal. Solum tanah menyediakan kondisi yang diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan akar melalui sifat fisik, kimia, dan biologisnya [15].

Tabel 3. Data Karakteristik Lahan Pasca Operasi (fisika, kimia, dan lingkungan)

Karakteristik Lahan	Minas 01411 (7E-81NI3)	Pema 00003	Duri 13 Laban 8	Rantau Bais 15	Ubi Sekeladi GS
Temperatur (tc)					
Temperatur rata-rata (°C)	27.5	28.3	28.3	32.5	30
Ketersediaan air (wa)					
Curah hujan (mm/thn)	1965	1255.5	1255.5	2300	2300
Media perakaan (rc)					
Tekstur Tanah	lempung liat berpasir	liat	lempung berpasir	liat	Lempung berpasir
Drainase	buruk	buruk	buruk	buruk	buruk
Kedalaman tanah (cm)	160	170	180	137	160

Karakteristik Lahan	Minas 01411 (7E-81NI3)	Pema 00003	Duri 13 Laban 8	Rantau Bais 15	Ubi Sekeladi GS
Retensi hara (nr)					
pH tanah	5.73	4.96	5.04	5.04	4.70
C-Organik (%)	1.72	0.21	0.20	0.30	3.45
KTK Tanah (me/100gr)	4.32	24.80	1.76	13.58	12.02
Kejenuhan Basa (%)	68.98	4.76	50.00	22.39	41.43
Hara Tersedia (na)					
N Total (%)	0.05	0.02	0.01	0.03	0.26
P ₂ O ₅ (mg/100 gr)	2.41	1.80	0.75	4.49	19.45
K ₂ O (mg/100 gr)	5.19	6.32	2.42	31.35	17.42
Penyiapan lahan (lp)					
Batuan di permukaan (%)	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
Singkapan batuan (%)	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada
Tingkat bahaya erosi (eh)					
Bahaya erosi	sedang	sedang	berat	sedang	sedang
Lereng (%)	0-3%	0-3%	8-15%	0-3%	0-3%
Bahaya banjir (fh)	jarang	kadang-kadang	kadang-kadang	jarang	jarang

Kedalaman solum tanah yang relatif baik ternyata memiliki kondisi berbeda ditemukan pada hasil pengamatan drainase di media perakaran. Drainase di lima lokasi lahan pasca operasi masuk pada kategori terhambat atau buruk. Hal ini disebabkan oleh adanya aktifitas pemadatan tanah yang berasal dari aktifitas alat berat pada saat tahap konstruksi pembuatan lokasi tapak sumur, fasilitas produksi, dan tempat pengambilan tanah timbun atau Galian C. Hal ini juga diperkuat dari hasil penelitian [9] yang menyebutkan bahwa adanya aktifitas alat berat pada tahapan konstruksi well pad menyebabkan terjadinya pemadatan tanah.

Pemadatan tanah dapat menggagu proses tumbuh kembang akar tanaman, sirkulasi udara dan air terganggu, laju permukaan meningkat dan laju infiltrasi berkurang [16]. [17] menjelaskan bahwa kegiatan penambangan secara land clearing, pengerukan dan penimbunan juga menyebabkan terjadinya perubahan ekosistem, lahan menjadi tidak produktif, terjadi erosi berat, hilangnya

lapisan atas tanah yang produktif dan subur, tanah sukar diolah karena terjadinya pemadatan, dan sifat kimia fisik tanah menurun. Begitu juga dengan [18] menjelaskan bahwa tanah pasca tambang yang terdegradasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah, berkurangnya kandungan bahan organik, dan sifat-sifat tanah yang buruk yang membatasi kemampuannya untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan vegetasi. Selain itu, struktur tanah yang terganggu dan siklus hara yang terganggu pada tanah bekas tambang yang direklamasi dapat memperparah tantangan ini. Akibatnya, rehabilitasi lahan bekas tambang yang terdegradasi menjadi sangat menantang. Kondisi diatas menjadikan tanah tidak dapat mendukung sistem perakaran tanaman dan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang tidak normal.

4. Kesimpulan

Lahan pasca operasi tambang minyak di Provinsi Riau memiliki karakteristik lahan yang buruk. Hal ini disebabkan oleh menurunnya kualitas tanah baik secara fisik dan kimia. Karakteristik tanah pasca operasi, seperti berkurangnya kesuburan, kandungan bahan organik, dan perubahan komposisi kimia, menyoroti pentingnya strategi rehabilitasi yang efektif. Strategi ini harus bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan siklus hara, meningkatkan kandungan bahan organik, dan mengembalikan tingkat pH untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan fungsi ekosistem. Selain itu, penelitian dan inovasi di masa depan di bidang pengelolaan tanah pascatambang sangat penting untuk mengembangkan solusi yang berkelanjutan untuk memulihkan lahan tambang yang terdegradasi. Kesimpulannya, tanah pasca operasi dicirikan oleh kesuburan yang rendah, berkurangnya kandungan bahan organik, dan sifat-sifat tanah yang buruk.

Daftar Rujukan

- relationship during post-coal mining reclamation in East Kalimantan, Indonesia,” *Biodiversitas*, vol. 20, no. 7, pp. 1953–1962, 2019, doi: 10.13057/biodiv/d200723.
- [5] M. Gabarrón, R. Zornoza, J. A. Acosta, Á. Faz, and S. Martínez-Martínez, “Mining environments,” vol. 4, pp. 157–205, 2019, doi: 10.1016/bs.apmp.2019.07.003.
- [6] Abdillah Lbs, Suwondo, Nurhasanah, and Rudy Haryanto, “Identification of Vegetation on 3 Types of Post-Operation Land in Oil and Gas Mining, Riau Province,” *J. Sylva Indones.*, vol. 6, no. 02, pp. 178–183, 2023, doi: 10.32734/jsi.v6i02.10526.
- [7] T. Galanina, T. Koroleva, L. Zakamskaya, and I. Tretyakova, “The land reclamation concept as a key factor in solving the environmental problems of coal mining regions,” *E3S Web Conf.*, vol. 174, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202017402017.
- [8] S. Sutono, U. Haryati, and F. Agus, “Karakteristik Tanah dan Strategi Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,” *J. Sumberd. Lahan*, vol. 12, no. 2, p. 99, 2020, doi: 10.21082/jsdl.v12n2.2018.99-116.
- [9] A. Janz, I. R. Whitson, and R. Lupardus, “Soil quality and land capability of reclaimed oil and gas well pads in Southern Alberta: Long-term legacy effects,” *Can. J. Soil Sci.*, vol. 99, no. 3, pp. 262–276, 2019, doi: 10.1139/cjss-2019-0020.
- [10] M. Buta *et al.*, “Soil reclamation of abandoned mine lands by revegetation in Northwestern part of Transylvania: A 40-Year retrospective study,” *Sustain.*, vol. 11, no. 12, 2019, doi: 10.3390/su11023393.
- [11] R. C. Lupardus, A. C. S. McIntosh, A. Janz, and D. Farr, “Succession after reclamation: Identifying and assessing ecological indicators of forest recovery on reclaimed oil and natural gas well pads,” *Ecol. Indic.*, vol. 106, no. April, p. 105515, 2019, doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105515.
- [12] C. M. Rottler, I. C. Burke, K. A. Palmquist, J. B. Bradford, and W. K. Lauenroth, “Current reclamation practices after oil and gas development do not speed up succession or plant community recovery in big sagebrush ecosystems in Wyoming,” *Restor. Ecol.*, vol. 26, no. 1, pp. 114–123, 2018, doi: 10.1111/rec.12543.
- [13] F. Alfiah, Y. Nugroho, and G. S. Rudy, “Pengaruh Kelas Lereng Dan Tutupan Lahan Terhadap Solum Tanah, Kedalaman Efektif Akar Dan Ph Tanah,” *J. Sylva Sci.*, vol. 3, no. 3, p. 499, 2020, doi: 10.20527/jss.v3i3.2183.
- [14] Z. Zhang, G. Tang, and J. Zhu, “Study on Compaction of Reclaimed Soil of Nonmetallic Mining Area in Northern Foothills of Tianshan Mountains in Xinjiang, China,” *Adv. Mater. Sci. Eng.*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/2834019.
- [15] A. Pedrotti, R. N. de A. Filho, F. C. C. de Oliveira, S. J. R. Assunção, F. S. R. Holanda, and D. Santos, “Soil organic matter and production of ears of green corn after four years under tillage systems and previous crops in costal tablelands,” *Biosci. J.*, no. June, pp. 705–712, 2019, doi: 10.14393/bj-v35n3a2019-39806.
- [16] S. Iskandar, Suwardi, and D. T. Suryaningtyas, “Reklamasi lahan-lahan bekas tambang: beberapa permasalahan terkait sifat-sifat tanah dan solusinya,” in *Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*, 2012, vol. 5, no. 3, pp. 248–253.
- [17] M. K. Allo, “Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni,” *J. Hutan Trop.*, vol. 4, no. 2, pp. 207–217, 2016.
- [18] R. Prematuri, M. Turjaman, and K. Tawaraya, “Effect of Arbuscular Mycorrhiza Fungal Inoculation on Growth of Tropical Tree Species under Nursery and Post-Opencast Bauxite Mining Field in Bintan Island, Indonesia,” vol. 32, no. 20, pp. 1–13, 2020, doi: 10.9734/IJPSS/2020/v32i2030397.
- [[1] M. O. Sharif and C.-S. Shin, “Effect of Fertilization and Bacterial Inoculation on the Growth of Alder (*Alnus sibirica*) in Coal Mine Soil,” *Asian Res. J. Agric.*, vol. 12, no. 2, pp. 39–45, 2020, doi: 10.9734/arja/2020/v12i230081.
- [2] H. Zhu, R. Sun, Z. Xu, C. Lv, and R. Bi, “Prediction of soil nutrients based on topographic factors and remote sensing index in a coal mining area, China,” *Sustain.*, vol. 12, no. 4, pp. 1–16, 2020, doi: 10.3390/su12041626.
- [3] J. C. B. De Carvalho, C. R. Espindola, M. C. Alves, G. C. Figueiredo, and S. C. F. Dechen, “Recuperação de um latossolo degradado pela implantação de uma usina hidrelétrica,” *Rev. Bras. Cienc. do Solo*, vol. 39, no. 6, pp. 1776–1785, 2015, doi: 10.1590/01000683rbc20140641.
- [4] Sudrajat, B. Widhayasa, Rusdiansyah, and D. Susanto, “Rhizosphere fungal community, soil physicochemical properties, understorey vegetation and their