

Soil Fertility Analysis for Traditional Oil Mining in Wonocolo Village, Kedewan District, Bojonegoro Regency

Analisis Kesuburan Tanah di Pertambangan Minyak Tradisional Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro

Nindy Callista Elvania¹, Yenny Sri Margianti¹, Santi Amanda Tiara¹, Dimas Bagus Nugroho¹

¹Universitas Bojonegoro, Bojonegoro, Indonesia

*surel: elvaniacallista@gmail.com

ABSTRACT

Wonocolo Village is known as a traditional mining area. The purpose of this study was to determine the level of soil contamination in traditional oil mining operations by testing the content of N, P, K, organic matter and lime content of the soil. The method used in this research is using a propovise random sampling method. The results of testing the quality of soil in mining activities were found not to contain N,P,K. This can be seen when testing using N,P,K solutions, there was no change in soil color, organic matter and soil lime content when testing on 7 soil samples. only 2 soil samples contained organic matter and soil lime content, namely the 3rd and 7th samples. This can be seen from the presence of foam on the soil samples when dripped with H₂O₂ and HCl solutions. So it can be concluded that the soil in the Wonocolo mining area is highly polluted, so it is necessary to carry out bioremediation and phytoremediation.

Keywords:

*Traditional Oil Mining,
Soil Quality*

Received: Juni 28th 2023

Reviewed: July 11th 2023

Pulished: August 09th 2023

ABSTRAK

Desa Wonocolo dikenal sebagai daerah pertambangan tradisional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran tanah pada operasi penambangan minyak tradisional dengan menguji kandungan N, P, K, bahan organik dan kandungan kapur tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode propovise random sampling. Hasil dari pengujian kualitas tanah pada kegiatan pertambangan diketahui tidak mengandung N, P, K hal ini dapat dilihat pada saat pengujian menggunakan larutan N, P, K tidak terjadi perubahan warna pada tanah, bahan organik dan kandungan kapur tanah pada saat dilakukan pengujian pada 7 sampel tanah hanya 2 sampel tanah yang mengandung bahan organik dan kandungan kapur tanah yaitu sampel ke-3 dan ke-7 hal ini terlihat dari adanya buih pada sampel tanah saat di tetesi larutan H₂O₂ dan HCl. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah di area pertambangan wonocolo mengalami pencemaran yang tinggi sehingga perlu dilakukan bioremediasi dan fitoremediasi.

Kata Kunci:

*Pertambangan Minyak
Tradisional,
Kualitas Tanah*

Diterima: 28 Juni 2023

Direview: 11 Juli 2023

Dipublikasi: 09 Agustus 2023



PENDAHULUAN

Penambangan tradisional masyarakat Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro tidak lepas dari sejarah penambangan Blok Cepu sejak zaman Belanda [1]. Karena ini adalah daerah yang pertama kali dibor Belanda, maka bisa dikatakan sumur Wonocolo lebih dangkal, kedalaman sumur minyak hanya 200–400 meter [2]. Pemerintah kolonial Belanda memulai eksplorasi minyak tradisional di Wonocolo dengan tenaga kerja lokal dan mempekerjakan penduduk setempat sebagai tenaga kerja untuk proyek pertambangan mereka [3]. Terakhir, penduduk setempat juga menguasai cara penambangan, karena secara turun-temurun penduduk setempat menguasai dan bahkan mengolah ekstraksi minyak secara tradisional [4].

Belanda membuka areal penambangan baru di kawasan Kawengan dengan luas yang lebih luas, dan ketika Belanda meninggalkan Kawengan setelah pindah, penduduk setempat tetap merawat sumur Wonocolo dengan keahlian yang mereka warisi dari Belanda [4]. Bahkan ada beberapa sumur yang masih dioperasikan dengan peralatan Belanda setelah ditinggalkan. Penambangan tradisional yang dilakukan oleh masyarakat merupakan bagian dari kegiatan yang dianggap sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi pembangunan daerah, terutama karena multiplier effect-nya bagi masyarakat setempat [1]. Pada skala yang lebih kecil, pertambangan telah menciptakan lapangan kerja lokal, meningkatkan pendapatan, mengurangi kemiskinan dan mencegah urbanisasi [5].

Pencemaran tanah terjadi ketika bahan kimia menyusup dan mengubah lingkungan alam tanah [6]. Hal ini biasanya disebabkan oleh tumpahan limbah cair atau bahan kimia industri atau dari lokasi komersial, penggunaan pestisida, kecelakaan yang melibatkan kendaraan pengangkut minyak, bahan kimia atau limbah, limpasan dari tempat pembuangan sampah, dan limbah industri yang dibuang langsung ke properti yang tidak memenuhi persyaratan (pembuangan ilegal) [7]. Zat-zat berbahaya dan beracun yang telah mencemari permukaan bumi menguap, tersapu oleh air hujan dan meresap ke dalam tanah, di mana zat tersebut diendapkan sebagai bahan kimia tanah yang beracun [8].

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, peneliti tertarik untuk meneliti secara mendalam mengenai “Analisis Kesuburan Tanah Di Pertambangan Minyak Tradisional Desa Wonocolo, Kecamatan Kedawen, Kabupaten Bojonegoro”. Mengingat penelitian ini harus dilakukan dilihat dari kondisi tambang minyak tradisional Wonocolo yang saat ini diduga sebagai sumber pencemaran tanah terbesar di desa Wonocolo, maka peneliti ingin memberikan rekomendasi perbaikan dengan menguji kualitas tanah dan hasilnya akan dijadikan sebagai acuan untuk kegiatan bioremediasi dan fitoremediasi di area pertambangan. Penelitian ini belum pernah dilakukan di Kabupaten Bojonegoro dan diharapkan penelitian ini dapat memberikan dasar bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian terkait pencemaran tanah akibat penambangan minyak tradisional di Wonocolo.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode proposive random sampling. Dimana penelitian ini meliputi beberapa tahapan dimulai dengan tahapan pengambilan sampel dan penentuan lokasi pengambilan sampel tanah, lokasi pengambilan sampel tanah yaitu di Pertambangan Tradisional Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro. Pengujian sampel tanah dilakukan di 7 titik lokasi pengambilan sampel dekat pertambangan tradisional diwonocolo. Pada lokasi ini dianggap telah mewakili kondisi kualitas tanah di Pertambangan Tradisional Wonocolo. Sampel diambil sebanyak 100 gram untuk dilakukan pengujian N, P, K, bahan organik, dan kandungan kapur tanah.

Saat mengambil sampel tanah, harus hati-hati untuk memastikan bahwa hasil analisis kualitas tanah bebas dari kesalahan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan bor tanah yang didorong 50 cm ke dalam tanah kemudian diangkat untuk mengambil sampel tanah.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengujian dari kualitas tanah yang telah diambil di Pertambangan Tradisional Wonocolo untuk dilakukan pengujian N, P, K, bahan organik, dan kandungan kapur tanah yang dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan Universitas Bojonegoro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sampel kualitas tanah di pertambangan minyak tradisional dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel di 7 titik lokasi pertambangan dimana hal itu dilakukan untuk melakukan perbandingan lokasi mana yang memiliki kualitas tanah yang baik. Pengujian kualitas tanah yang dilakukan yaitu N, P, K, bahan organik, dan kandungan kapur tanah. Pengujian N, P, K dilakukan dengan menggunakan larutan N, P, K dimana larutan ini memiliki ciri apabila memiliki kandungan N tinggi maka warna tanah berubah menjadi merah, kandungan P tinggi maka warna biru berubah menjadi biru, dan kandungan K tinggi maka berubah menjadi warna kuning. Untuk pengujian bahan organik tanah menggunakan larutan H_2O_2 dengan konsentrasi 10% apabila bahan organik dalam tanah tinggi maka dicirikan dengan adanya buih didalam tanah saat ditetesi dengan larutan H_2O_2 . Sebaliknya pada pengujian kandungan kapur tanah dengan larutan HCl yang memiliki konsentrasi 10%, didapatkan bahwa kandungan kapur tanah yang tinggi ditandai dengan adanya buih pada tanah ketika larutan HCl ditetaskan di atasnya.



Gambar 1. Hasil Pengujian N, P, K, Bahan Organik Dan Kandungan Kapur Tanah
Sumber: Hasil Pengamatan, 2023

Hasil pengujian kualitas tanah khususnya kandungan N, P, K dalam tanah dari ke 7 sampel tanah yang diuji tidak ada yang memiliki kandungan N, P, K tanah hal ini dapat dilihat dari tidak adanya perubahan warna pada sampel tanah yang diuji tertera pada Gambar 1. Sedangkan untuk hasil pengujian bahan organik dan kandungan kapur tanah dari 7 sampel yang diuji hanya terdapat 2 sampel saja yang mengandung bahan organik dan kandungan kapur tanah yaitu pada sampel ke-3 dan ke-7 dimana hal ini dicirikan dengan adanya buih dalam tanah pada saat ditetesi H_2O_2 dan HCl yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 di bawah ini :

Nilai N, P dan K diperiksa dengan reagen. Pengujian dilakukan dengan menganalisis warna setelah direaksikan dengan pereaksi N,P,K. Kandungan N total atau nitrogen tanah di lokasi penelitian tidak mengandung nilai N apapun, hal ini terlihat dari tidak adanya warna merah. berubah selama pengujian. Kondisi ini dapat disebabkan kurangnya dekomposisi bahan organik N. Selain itu, nitrogen merupakan unsur yang dapat hilang akibat pencemaran minyak. Hilangnya kandungan nitrogen di situs sumur minyak tradisional juga karena pencucian atau hilangnya suatu bentuk nitrogen yang mengikuti aliran dasar dan mengangkut nitrogen ke dalam tanah. Faktor penentu munculnya pencucian adalah jumlah presipitasi, yang dapat meningkatkan hilangnya unsur nitrogen. Leaching atau pelindian adalah suatu proses dimana hilangnya bentuk NO_3^- yang larut dalam air dan meninggalkan tanah dapat menyebabkan defisiensi unsur hara nitrogen. Nitrogen juga merupakan unsur yang dapat dikonsumsi karena nitrogen biasanya terdapat di lapisan permukaan.

Kandungan P atau fosfor tanah pada lokasi pengujian tidak mengandung P, hal ini menunjukkan tidak terjadi perubahan warna biru selama pengujian. Fluktuasi konsentrasi fosfor tanah disebabkan

oleh jenis tanah yang tergolong masam di lokasi penelitian. Pada tanah masam, fosfor mengikat senyawa Fe dan Al dan membentuk senyawa Fe-P dan Al-P. Pengikatan reaksi menyebabkan ikatan yang sulit. Hal ini juga mungkin karena tidak adanya tanaman di sekitar area penambangan dan terdapatnya minyak dalam jumlah besar di sekitar area penambangan.

Kadar K atau Kalium yang tersedia dalam tanah di lokasi penelitian tidak mengandung P, hal ini menunjukkan tidak terjadi perubahan warna kuning selama pengujian. Kandungan kalium dalam tanah dapat dengan mudah hilang karena terbawa selama pengeboran. Dan tidak ada fasilitas di sekitar area penambangan. Sehingga tidak ada unsur yang dapat membantu menyerap kandungan kalium tanah. Kalium juga merupakan unsur yang mudah larut dalam air. Sehingga saat musim hujan tiba, kalium bisa larut di dalam tanah.

Bahan organik tanah (BOT) adalah bagian organik tanah yang "total", yang meliputi sisa-sisa tanaman dan hewan dalam berbagai tingkat dekomposisi, sel dan jaringan organisme tanah (biomassa) dan produk metabolismenya. Bahan organik tanah merupakan komponen terpenting dalam menjaga dan meningkatkan kelestarian produktivitas tanah, karena secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik tanah juga digunakan sebagai indikator kualitas dan kesehatan tanah karena mengukur daya ikat air, pembentukan agregat, berat satuan, pH, kapasitas penyangga (buffer), kapasitas tukar kation (KTK), penyerapan, efek aerasi, siklus hara dan mineralisasi, adsorpsi pestisida dan keanekaragaman serta aktivitas organisme tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan dari 7 sampel hanya 2 sampel yang mengandung bahan organik tanah tinggi yaitu sampel ke-3 dan ke-7 hal ini dapat dilihat dimana saat tanah ditetesi larutan H_2O_2 sampel tanah menunjukkan reaksi berbuih dan ini merupakan tanda bawah tanah tersebut mengandung bahan organik.

Kandungan kapur dalam tanah sangat dibutuhkan oleh tanah dimana kandungan kapur dapat menurunkan pH tanah yang apabila tanah memiliki pH asam maka akan netral apabila tanah tersebut memiliki kandungan kapur yang tinggi. Pada saat dilakukan pengujian kandungan kapur tanah yang dilakukan dari 7 sampel hanya 2 sampel yang mengandung bahan organik tanah tinggi yaitu sampel ke-3 dan ke-7 hal ini dapat dilihat dimana saat tanah ditetesi larutan HCl sampel tanah menunjukkan reaksi berbuih dan ini merupakan tanda bawah tanah tersebut memiliki kandungan tanah.

Adanya hasil pengujian kualitas tanah yang telah dilakukan pengujian dapat kita disimpulkan bahwa tanah di area pertambangan minyak tradisional wonocolo mengalami pencemaran dimana tidak terdapat kandungan N, P, K, bahan organik, dan kandungan kapur dalam tanah. Oleh karena itu, para peneliti harus membuat rekomendasi untuk meningkatkan kualitas tanah yang terkontaminasi, seperti menerapkan perlakuan fisik, kimia dan biologi. Penanganan fisik biasanya dilakukan pada tahap awal penanganan, terutama saat oli belum menyebar ke seluruh tubuh. Namun, metode fisik memerlukan biaya transportasi dan pengadaan energi yang sangat tinggi untuk membakar polutan.

Penanggulangan kimiawi dimungkinkan dengan menggunakan bahan kimia yang menguraikan minyak dan membubarkannya. Terutama ketika kontaminan ini hadir dalam konsentrasi tinggi. Namun, metode ini memiliki kelemahan. Mahal untuk digunakan karena biayanya yang besar, metode kimia membutuhkan teknik dan peralatan canggih untuk menghilangkan bahan kimia dari lingkungan untuk menghindari efek buruk lainnya.

Meskipun sistem bioremediasi dan fitoremediasi dapat digunakan untuk penanggulangan biologis. Memerangi pencemaran tanah dengan menggunakan teknik biologis dianggap sebagai metode yang paling efektif, karena teknik ini dianggap ramah lingkungan, efisien dan ekonomis, serta menggunakan aktivitas mikroba dan tumbuhan. Dengan teknologi ini seharusnya dapat mengurangi limbah minyak yang ada dan mendapatkan produk sampingan dari operasi ini.

Bioremediasi didefinisikan sebagai teknologi yang memulihkan tanah yang terkontaminasi secara biologis yang terkontaminasi melalui mekanisme Biodegradasi alami (endo-bidegradasi) dan/atau perbaikan mekanisme biodegradasi alami dengan penambahan mikroorganisme, nutrisi, donor elektron dan/atau akseptor elektron (bioremediasi yang ditingkatkan) [9]. Nutrisi terpenting adalah nitrogen dan fosfor, dalam proses anaerobik metanol atau asam laktat adalah donor elektron. Akseptor elektron adalah oksigen dalam proses aerobik dan besi dan nitrat dalam proses anaerobik. Efikasi bioremediasi ditentukan oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan tersebut digunakan untuk menentukan dimana proses bioremediasi berlangsung, baik di titik kontaminasi (on-site) maupun di luar titik kontaminasi (ex-site). Teknik bioremediasi dapat dilakukan secara on-site

atau off-site. Teknik bioremediasi in situ umumnya diterapkan pada area yang rentan terhadap kontaminasi, tidak bergerak, atau mengandung kontaminan yang mudah menguap [10]. Bioremediasi ex situ adalah teknik bioremediasi yang menghilangkan tanah atau air yang terkontaminasi dan mengolahnya dengan tanah khusus yang disiapkan untuk proses bioremediasi. Kondisi lingkungan yang utama adalah [11]:

- a. Suhu rendah meningkatkan viskositas dan mengurangi volatilitas senyawa beracun, sehingga menghambat proses bioremediasi. Secara umum, laju biodegradasi meningkat dengan naiknya suhu hingga batas tertentu.
- b. Kedua adalah oksigen. Ketersediaan oksigen sangat penting dalam proses biodegradasi, tetapi dalam kondisi bebas oksigen (anaerobik), beberapa bahan, seperti hidrokarbon aromatik, dapat terdegradasi dengan baik.
- c. Ketiga unsur hara yang dapat mengoptimalkan aktivitas mikroba tersebut harus dilengkapi dengan unsur hara seperti N dan P untuk membandingkan N/P/K pada kadar relatif. Secara teoritis, mikroba membutuhkan 150 mg nitrogen dan 30 mg fosfor untuk mengubah 1 gram hidrokarbon menjadi sel baru.
- d. Keempat nilai pH dimana sebagian besar bakteri dan jamur heterotrof lebih menyukai pH netral, tetapi jamur masih mentolerir pH rendah.

Perawatan tanah yang terkontaminasi minyak melibatkan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi konsentrasi atau toksisitas polutan. Proses ini lebih aman bagi lingkungan karena degradasi melibatkan mikroorganisme pendegradasi secara alami [7]. Menerapkan proses bioremediasi untuk tanah yang terkontaminasi minyak bumi melibatkan beberapa langkah [8]:

- a. Studi treatability adalah penyelidikan awal terhadap kemampuan mikroorganisme pendegradasi untuk mendegradasi minyak bumi di lokasi tanah yang terkontaminasi.
- b. Karakterisasi tapak merupakan kajian untuk mengetahui kondisi lingkungan asli daerah tanah tumpahan minyak. Keadaan ini meliputi sifat fisik, kimia dan biologi.
- c. Persiapan untuk proses bioremediasi, termasuk persiapan alat dan bahan.
- d. Proses bioremediasi meliputi serangkaian proses penggalian tanah terkontaminasi, pencampuran dengan tanah baru, penambahan bahan pengisi, penambahan bahan inert, penambahan bakteri dan nutrisi, serta pencampuran semua bahan.
- e. Pengambilan sampel dan pemantauan termasuk memotret tanah dan air selama proses bioremediasi.
- f. Revegetasi yaitu tindakan meratakan, menutup drainase dan membersihkan tanah agar tanah kembali seperti semula.

Fitoremediasi juga dapat digunakan untuk pengolahan secara biologis. Fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani *phyton* yang berarti tanaman atau tumbuh-tumbuhan, dan remediasi berasal dari bahasa Latin *remidium* yang berarti "memperbaiki atau memurnikan" [12]. Oleh karena itu, fitoremediasi mengacu pada penggunaan tumbuhan dan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, menghilangkan, menstabilkan, dan menghancurkan polutan, terutama logam berat dan senyawa organik lainnya [13].

Fitoremediasi adalah teknik remediasi in situ yang memanfaatkan kemampuan inheren tanaman hidup. Ini juga merupakan teknologi pembersihan ekologis, ditenagai oleh energi matahari dan didasarkan pada gagasan menggunakan alam untuk membersihkan lingkungan [14]. Pencemaran tanah yang disebabkan oleh tumpahan minyak merupakan masalah lingkungan yang tersebar luas yang seringkali membutuhkan remediasi daerah yang terkontaminasi. Dalam pembersihan tanaman, tanaman digunakan untuk menghilangkan pencemaran lingkungan [15]. Tumbuhan dapat membantu menghilangkan berbagai polutan, termasuk logam, pestisida, bahan peledak, dan minyak. Tumbuhan juga membantu mencegah angin, hujan, dan air tanah mengangkut polutan dari lokasi ke area lain. Remediasi tanaman adalah teknik di tempat yang tidak merusak dan murah yang dapat digunakan untuk memulihkan tanah yang terkontaminasi. Potensi teknologi ini di daerah tropis cukup tinggi karena kondisi iklim yang mendukung pertumbuhan tanaman dan merangsang aktivitas mikroba [12].

Mekanisme dan efektivitas perlindungan tanaman tergantung pada jenis polutan, bioavailabilitas dan karakteristik tanah. Tumbuhan memiliki beberapa cara untuk membersihkan atau memulihkan area yang terkontaminasi. Penyerapan polutan pada tanaman terjadi terutama melalui sistem akar, yang merupakan mekanisme utama pencegahan toksisitas. Sistem perakaran memberikan luas permukaan yang sangat luas yang menyerap dan mengakumulasi air dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan, serta polutan non-esensial lainnya [14]. Pada ulasan ini, tiga mekanisme diidentifikasi dimana tanaman dapat menangani polutan besar di tanah, sedimen dan air. Meskipun beberapa dari mekanisme ini tumpang tindih atau serupa, dan nomenklaturnya berbeda, tinjauan jurnal ini mengacu pada tiga mekanisme fitoremediasi, yang masing-masing dijelaskan secara rinci di bawah ini. Masing-masing mekanisme tersebut mempengaruhi jumlah, mobilitas atau toksisitas polutan, seperti yang ditunjukkan oleh penerapan fitoremediasi.

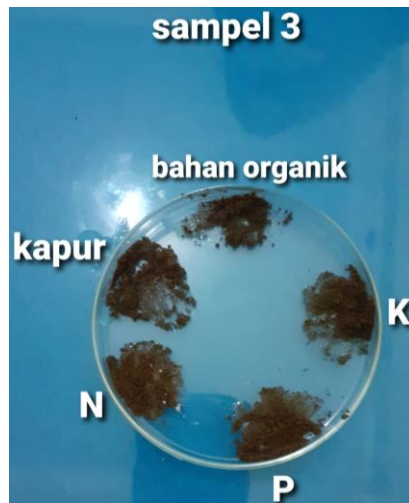
KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat kita simpulkan bahwa tingkat pencemaran tanah pada kegiatan pertambangan minyak tradisional di Desa Wonocolo tidak mengandung pada parameter N, P, K hal ini dapat dilihat pada saat pengujian menggunakan larutan N, P, K tidak terjadi perubahan warna pada tanah, bahan organik dan kandungan kapur tanah pada saat dilakukan pengujian pada 7 sampel tanah hanya 2 sampel tanah yang mengandung bahan organik dan kandungan kapur tanah hal ini dapat dilihat dari adanya buih pada sampel tanah saat di tetesi larutan H₂O₂ dan HCl. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah di area pertambangan wonocolo mengalami pencemaran yang tinggi dan peneliti merekomendasikan untuk melakukan upaya untuk mengurangi pencemaran tersebut dengan menggunakan teknik bioremediasi dan fitoremediasi dimana teknik ini dianggap yang paling efisien dan ramah lingkungan.

REFERENSI

- [1] J. Figueredo, "Perubahan Kualitas Tanah Akibat Pencemaran Minyak Bumi Dari Penambangan Secara Tradisional Di Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta., 2017.
- [2] R. N. Naumi and A. Trilaksana, "Pertambangan Minyak Tradisional Di Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro, Tahun 1970-1987," *Avatara E-Journal Pendidikan Sejarah*, vol. 3, no. 1, pp. 135-146, 2015. URL: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/10734>
- [3] Fitriani and A. I. Kamil, "Pengetahuan Dan Sistem Pengelolaan Pertambangan Minyak Rakyat Di Gampong Alue Dua Aceh Timur," *Jurnal Sosiologi Agama Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 250-265, 2020. doi: <https://doi.org/10.22373/jsai.v1i3.805>
- [4] R. Alvionita, "Dampak Pengelolaan Pertambangan Minyak Bumi Pada Sumur Tua Terhadap Kondisi Ekonomi Masyarakat Local Studi Kasus Desa Wonocolo Kecamatan Kedawen Kabupaten Bojonegoro," Universitas Jember, Jember, 2017.
- [5] N. Firdausiah, "Penegakan Hukum Pengeboran Minyak Ilegal Pada Pertambangan Rakyat," *Constitution Jurnal Fakultas Hukum*, vol. 1, no. 2, 2022. URL: <https://constitution.uinkhas.ac.id/cj/article/download/18/14>
- [6] B. A. Imam, "Pengelolaan Sumber Daya Minyak Dan Gas Bumi Di Desa Semanggi, Kabupaten Blora (Kajian Peraturan Dan Perundang-Undangan Tentang Minyak Dan Gas Bumi Dalam Perspektif Mashlahat)," Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo, Semarang, 2012.
- [7] I. Perala, M. Yani and I. Mansur, "Bioremediasi Air Asam Tambang Batubara dengan Pengayaan Bakteri Pereduksi Sulfat Dan Penambahan Substrat Organik," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, vol. 18, no. 02, pp. 81-95, 2022. doi: [10.30556/jtmb.Vol18.No2.2022.1232](https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol18.No2.2022.1232)

- [8] L. Neneng, Nawan and A. Adelia, "Pengaruh Tahapan Bioremediasi Terhadap Efektivitas Eliminasi Merkuri (Hg) Di Media Cair," *Enviroscientiae : Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, vol. 19, no. 02, pp. 96-103, 2023. doi: [10.20527/es.v19i2.14883](https://doi.org/10.20527/es.v19i2.14883)
- [9] R. A. Yuka, A. Setyawan and S. Supono, "Identifikasi Bakteri Bioremediasi Pendegradasi Total Ammonia Nitrogen (TAN)," *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, vol. 14, no. 01, pp. 20-29, 2021. doi: <https://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8499>
- [10] Syafrizal, R. Rahmaniari, T. Partono, Zulkifliani, O. Kristiawan, N. Ardhyarini, Y. Handayani and Rofiqoh, "Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Aktifitas Bakteri Laut Dalam," *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi (LPMGB)*, vol. 54, no. 02, pp. 81-91, 2020. doi: <https://doi.org/10.29017/LPMGB.54.2.417>
- [11] I. Melati, "Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan Dan Prospek Riset," *Prosiding BIOTIK*, vol. 8, no. 01, pp. 272-286, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v8i2.9650>
- [12] P. Soheti, L. O. Sumarlin and D. P. Marisi, "Fitoremediasi Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Untuk Menurunkan Kadar Torium," *Jurnal Buletin Pusat Pengembangan Bahan Galian Nuklir*, vol. 41, no. 02, pp. 139-150, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.17146/eksplorium.2020.41.2.6092>
- [13] N. Febrianti, M. Ilham, N. A. Hazzah, A. Andriana, Erwing, R. Irfandi, S. Rijal and Ruslang, "Fitoremediasi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) Pada Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dari Limbah Batubara," *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, vol. 6, no. 01, pp. 300-305, 2023. doi: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1>
- [14] R. Rosariastuti, Supriyadi and W. Widiastuti, "Teknologi Fitoremediasi Untuk Penanganan Pencemaran Logam Berat di Lahan Pertanian di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar," *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, vol. 18, no. 1, pp. 25-36, 2020. doi: <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v18i1.804>
- [15] C. S. D. Claesyra, R. H. T. Koestoer, W. S. Pranowo and A. Cahyadi, "Chesya Sera De Claesyra., dkk. 2023. Pemodelan Pergerakan Tumpahan Minyak Sebagai Upaya Mitigasi Dampak Lingkungan Di Perairan Lampung Timur, Indonesia," *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 18, no. 01, pp. 33-51, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v18i1.12382>



Gambar 2. Hasil Pengujian Bahan Organik dan Kandungan Kapur Tanah pada Sampel Ke – 3
Sumber: Hasil Pengamatan, 2023



Gambar 3. Hasil Pengujian Bahan Organik dan Kandungan Kapur Tanah pada Sampel Ke – 7
Sumber: Hasil Pengamatan, 2023