

Pemetaan Karakteristik Tanah di PT Indocement Tunggul Prakarsa Unit Rembang, Tegal dan Brebes

Nurdin¹, Iing Nasihin¹, Dede Kosasih¹, Yayan Hendrayana¹, Rufidi Chandra²,
Martinus Ari Kristanto², Suswanto²

¹Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Universitas Kuningan, Indonesia

²PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Palimanan Cirebon, Indonesia

E-mail: nurdin@uniku.ac.id

Abstract

Soil as a very valuable natural resource has an important role in supporting various human activities, especially in the context of industry, agriculture and environmental conservation. Mapping of soil characteristics at PT Indocement Tunggul Prakarsa Rembang, Tegal and Brebes Units was carried out to analyze soil distribution based on physical and chemical soil properties in an industrial context. This research method uses sampling, then spatial analysis is carried out based on the distribution of coordinate points and the values of physical and chemical soil parameters in the samples measured from the results of field measurements to form a distribution map. The results of the research show that the three locations have pellic pertisol soil types, the highest top soil at the Brebes Unit location is 0-26 cm, the soil pH at all Angara locations is 6 to 7, the soil texture is noble from coarse to fine, the CEC is low to medium. The results of this mapping provide valuable information for land and environmental management at PT Indocement Tunggul Prakarsa and the surrounding area. Practical implications of this research include the development of more specific and sustainable land management strategies to support industrial productivity and environmental conservation.

Keywords: Land, rehabilitation, monitoring, mining

Abstrak

Tanah sebagai sumber daya alam yang sangat berharga memiliki peran penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia, terutama dalam konteks industri, pertanian, dan pelestarian lingkungan. Pemetaan karakteristik tanah di PT Indocement Tunggul Prakarsa Unit Rembang, Tegal, dan Brebes dilakukan untuk menganalisis distribusi tanah berdasarkan sifat fisik dan kimia tanah dalam konteks industri. Metode penelitian ini menggunakan sampling selanjutnya dilakukan analisis spasial berdasarkan sebaran titik koordinat dan nilai parameter fisik dan kimia tanah pada sampel yang diukur dari hasil pengukuran lapangan terbentuk peta sebarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketiga lokasi tersebut memiliki jenis tanah pellic pertisol, Top soil tertinggi pada lokasi Unit brebes yaitu 0-26 cm, pH tanah pada semua lokasi angara 6 hingga 7, tekstur tanah mulia dari kasar hingga halus, KTK rendah sampai sedang. Hasil pemetaan ini memberikan informasi yang berharga bagi manajemen tanah dan lingkungan di PT Indocement Tunggul Prakarsa serta area sekitarnya. Implikasi praktis dari penelitian ini termasuk pengembangan strategi manajemen tanah yang lebih spesifik dan berkelanjutan untuk mendukung produktivitas industri dan pelestarian lingkungan.

Katakunci: Lahan, rehabilitasi, pemantauan, tambang,

PENDAHULUAN

Tanah sebagai sumber daya alam yang sangat berharga memiliki peran yang tak terbantahkan dalam mendukung berbagai aktivitas manusia, terutama dalam konteks industri, pertanian, dan pelestarian lingkungan (Rachman *et al.*, 2017). Kegiatan penambangan, terutama penambangan terbuka (*open pit mining*), menghancurkan tubuh tanah sampai kedalaman puluhan meter untuk mengekstrak bahan mineral yang dimaksud. Proses pengupasan ini menyebabkan bahan batuan yang terlalu banyak dicampur dengan *top soil*, atau tanah atas. Akibatnya, hamparan tanah ini memiliki kandungan bahan organik yang sangat rendah, retensi air dan unsur hara yang sangat rendah, dan kandungan unsur-unsur yang bersifat toksik dan tidak

berstruktur yang tinggi (Mulyanto, 2008). PT Indocement Tunggul Prakarsa (PT.ITP), sebagai perusahaan industri semen yang beroperasi di berbagai lokasi, membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang sifat-sifat tanah di area operasionalnya untuk mengoptimalkan kegiatan produksi dan menjaga keberlanjutan lingkungan.

Karakteristik tanah lapisan atas (*top soil*) di areal pertambangan PT. ITP unit Rembang, Tegal dan Berebes, Jawa Tengah dibutuhkan sebagai data *data base* dalam perencanaan dan pemantauan sumberdaya tanah. Peran data spasial semakin meningkat seiring dengan permintaan informasi sumberdaya tanah menjadikan *data base* sumberdaya tanah semakin penting peranannya (Mustofa & Bakce 2019). Survei dan pemetaan tanah (*Soil survey and mapping*) adalah suatu kegiatan lapangan untuk melakukan identifikasi, karakterisasi dan evaluasi sumberdaya tanah di suatu wilayah (Wandana *et al.*, 2016). Produk utama survei tanah adalah peta tanah (*soil map*) yang dilengkapi dengan legenda peta dan lampiran data lapangan yang tersebar pada landscape di suatu wilayah (Widiantari *et al.*, 2015). PT. ITP berprinsip *using for immediate need and saving for future use*, yaitu bahwa dalam pengelolaan dan penggunaan tanah selalu memperhatikan manfaatnya untuk mencukupi kebutuhan saat ini dan mafaat di masa depan.

Penelitian ini akan fokus pada beberapa parameter utama yang memengaruhi karakteristik tanah, termasuk tekstur tanah, sifat fisik tanah, sifat kimia tanah termasuk suhu dan kelembaban lingkungan. Data-data yang dihasilkan dari penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi tanah di setiap lokasi unit operasional PT ITP. Selain itu, pemetaan karakteristik tanah juga dapat membantu mengidentifikasi area-area yang memerlukan perawatan khusus atau pemulihan lingkungan untuk memastikan keberlanjutan operasional perusahaan. Selain manfaat praktis dalam pengelolaan industri, penelitian ini juga memiliki relevansi dalam konteks ilmiah yang lebih luas. Data dan temuan yang dihasilkan dapat menjadi kontribusi berharga dalam literatur ilmiah tentang sifat-sifat tanah, terutama dalam kaitannya dengan industri semen dan pengelolaan lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi PT ITP, tetapi juga memberikan kontribusi yang berkelanjutan dalam pengembangan pengetahuan tentang tanah dan lingkungan.

Pemulihan kualitas tanah menjadi kewajiban pengelola sebagai dampak dari kegiatan eksplorasi diantaranya adalah hilangnya *top soil* dari areal yang diusahakan secara intensif. Kajian karakteristik *top soil* perlu dilakukan sebagai bentuk konsistensi upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup di kawasan PT ITP Unit Rembang, Tegal dan Berebes, Jawa Tengah untuk memulihkan dan meningkatkan kualitas tanah. Pendekatan dilakukan melalui identifikasi sifat-sifat fisik tanah secara purposive dengan teknis sampling yang mewakili *mining area*.

METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan dan Persiapan Data

Pengumpulan data parameter fisik dan kimia tanah dilaksanakan dengan pengukuran langsung pada titik-titik sampel yang menyebar di seluruh areal tambang yaitu Rembang sebanyak 91 titik, Tegal sebanyak 34 titik, dan Brebes sebanyak 34 titik pengamatan dengan jarak antar titik 100 m. Data yang diukur adalah kedalaman/ketebalan *top soil*, kadar keasaman (pH) tanah, dan sample tanah untuk analisis tekstur tanah dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah.

2. Analisis Spasial Sifat Fisik dan Kimia Tanah Areal IUP PT ITP

Penyusunan informasi sebaran sifat fisik dan kimia tanah pada areal IUP PT ITP unit Rembang, Tegal dan Berebes, Jawa Tengah dilakukan dengan analisis spasial berdasarkan sebaran titik koordinat dan nilai parameter fisik dan kimia tanah pada sampel yang diukur dari hasil pengukuran lapangan. Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) digunakan untuk menentukan distribusi sifat fisik dan kimia tanah pada seluruh areal IUP PT ITP unit Rembang, Tegal dan Berebes, Jawa Tengah.

Metode IDW merupakan metode deterministik dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya (NCGIA, 1997). Metode IDW memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap areal yang akan diestimasi. Jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan area yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya (Hadi, 2013). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip dengan data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil yang merupakan nilai dari data parameter titik terdekat.

Metode IDW ini dipilih karena pengukuran parameter sifat fisik dan kimia tanah dilakukan pada titik-titik sample yang rapat dan merata di seluruh areal IUP sehingga hasilnya lebih akurat (Pramono, 2008). Perangkat lunak ArcGIS versi 10.5 dengan Tool Raster Interpolation digunakan untuk melakukan proses interpolasi setiap parameter yang telah diukur. Nilai *power* yang digunakan dalam proses interpolasi sebesar 4, dan semua hasil interpolasi pada setiap parameter yang diukur memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel.

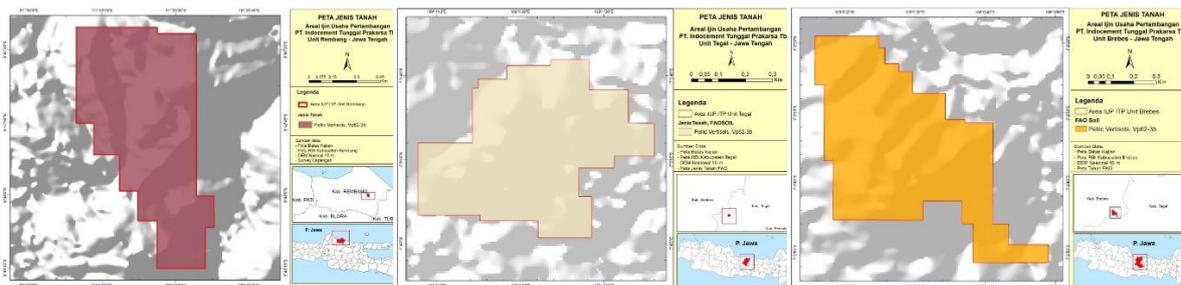
3. Penyusunan Peta Sebaran Sifat Fisik dan Kimia Tanah Areal IUP PT ITP

Peta sebaran sifat fisik dan kimia tanah pada areal IUP PT ITP unit Rembang, Tegal dan Brebes, Jawa Tengah dihasilkan melalui proses overlay (*intersect*) antara peta hasil interpolasi setiap parameter sifat fisik dan kimia tanah dengan peta batas area pada setiap unit pengelolaan tambang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Tanah

Areal PT ITP unit Rembang memiliki jenis tanah *pellic vertisol* berdasarkan klasifikasi tanah sistem FAO yang merupakan jenis tanah mineral berwarna abu-abu gelap hingga kehitaman, dengan kandungan liat lebih dari 30% pada horizon permukaan sampai kedalaman 50 cm yang berpotensi sebagai sumber lahan pertanian (Bako, et al. 2022). Selanjutnya, Subagyo et al., (2004) melaporkan luasan Vertisol di Indonesia mencapai 2,1 juta ha, yang dominan menyebar di wilayah Jawa Tengah, Jawa Timur, Lombok, Sumbawa, Sumba, dan Timor yang sebagian telah dimanfaatkan sebagai lahan pertanian.



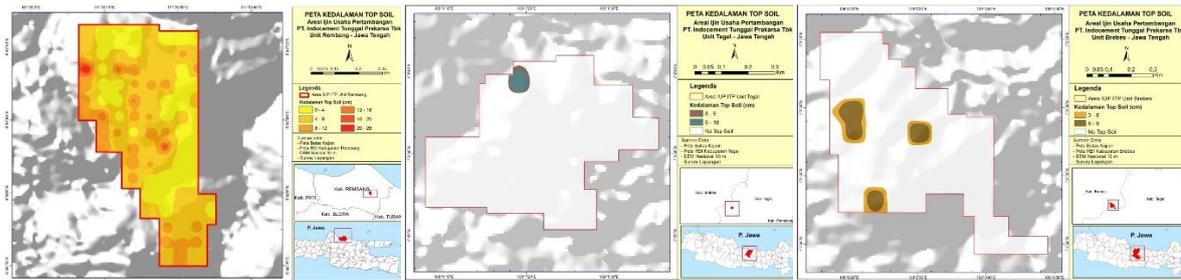
Gambar 1. Peta Jenis Tanah PT ITP Unit Rembang, Tegal dan Brebes

Areal PT ITP unit Tegal memiliki jenis tanah *pellic vertisol* berdasarkan klasifikasi tanah sistem FAO yang dicirikan dengan tingginya kandungan liat dengan sifat mengembang dan menyusut. Tanah Vertisol umumnya terbentuk dari bahan sedimen yang mengandung mineral smektit dalam jumlah tinggi, di daerah datar, cekungan hingga berombak (Driessen and Dudal, 1989). Vertisol merupakan salah satu jenis tanah yang secara luas digunakan untuk lahan pertanian karena memiliki tingkat kesuburan yang cukup baik, yang ditandai dengan Kapasitas Tukar Kation tinggi, kejenuhan basa relatif besar, kapasitas mengikat air (water holding capacity) tinggi namun air tersedia bagi tanaman rendah, dengan pH tanah netral sampai alkali berkisar 6-8,5 (Deckers et al., 2001; Prasetyo, 2007). Areal PT ITP unit Brebes memiliki jenis tanah *pellic vertisol* berdasarkan klasifikasi sistem FAO dengan ciri umum tanah-tanah yang retak pada musim kemarau hingga kedalaman 50 cm dan lebar 1 cm setiap tahunnya (Utomo, et al. 2016).

Kedalaman Top Soil

Tanah lapisan atas (*top soil*) yang merupakan tanah subur, mengandung banyak bahan organik dikenal dengan istilah tanah pucuk, sering digunakan sebagai pelapis permukaan tanah. Top soil memiliki kandungan bahan organik dan unsur hara yang tinggi. Menurut Bahidin (2019), *top soil* masih memegang peranan penting untuk menunjang keberhasilan kegiatan reklamasi/revegetasi pada areal bekas tambang, khususnya pertambangan terbuka (open pit/cast). Kedalaman *top soil* di area PT ITP

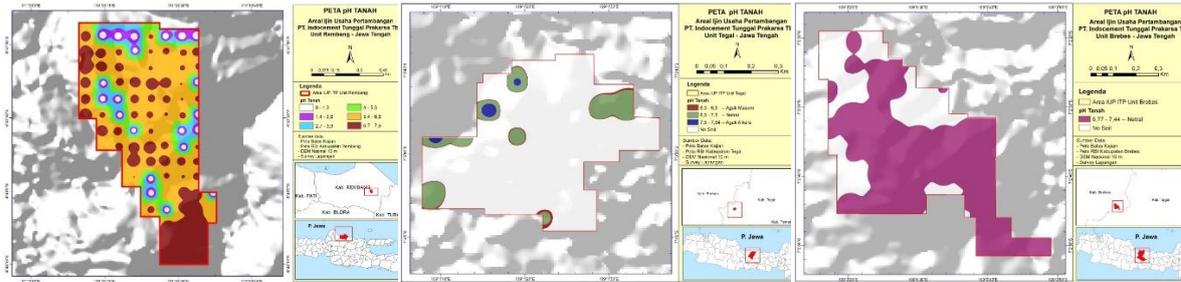
unit Rembang antara 0-26 cm. Top soil biasanya memiliki ketebalan hingga 30 cm (Purnomo, et al). Sebaran *top soil* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Kedalaman *Top Soil* PT ITP Unit Rembang, Tegal dan Brebes
Kedalaman *top soil* di area PT ITP uni Tegal antara 6-10 cm. Sebagian besar areal tidak mengandung top soil sebagai akibat dari aktivitas penambangan. Kegiatan penambangan terbuka dapat mengupas seluruh lapisan tanah penutup dan menyingkapkan batuan induk yang tidak subur. Tanpa adanya top soil, tanah bekas tambang kehilangan kesuburannya karena kekurangan bahan organik dan unsur hara. Tanpa adanya top soil, tanah bekas tambang kehilangan kesuburannya karena kekurangan bahan organik dan unsur hara. Kedalaman *top soil* di area PT ITP unit Brebes antara 3-9 cm. Kegiatan penambangan terbuka umumnya mengupas dan membuang lapisan tanah paling atas yang paling subur (*top soil*) hingga mencapai endapan bijih di bawahnya.

pH Tanah

pH tanah adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan tanah yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H⁺) di dalam tanah sebagai indikator ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba di dalam tanah. Reaksi tanah (pH) merupakan salah satu faktor pembatas kesuburan tanah. Nilai pH rendah menyebabkan tingginya kelarutan unsur Al, Fe dan Mn yang berubah menjadi racun bagi tanaman (Zaenudin dan Kesumaningwati, 2018). Oleh karena itu ditambahkan oleh Bakrie *et al.*, (2020), jika nilai pH dipertahankan dalam kisaran 6 hingga 7 maka kemungkinan toksisitas Al, Fe dan Mn dapat dicegah. pH tanah di areal PT. ITP unit Rembang memiliki nilai pH mulai dari 6,20 sampai dengan 7,66 dengan kondisi netral. pH tanah adalah tingkat keasaman atau kebasaan suatu benda yang diukur dengan skala pH antar 0 hingga 14. Berdasarkan pengklasifikasian dari Eviyati dan Sulaeman (2009) tanah-tanah di PT.ITP menunjukkan pH tanah 5,7 (agak masam) sampai 7,8 (agak alkalis). Kondisi tanah yang paling ideal untuk tumbuh dan berkembangnya tanaman adalah tanah yang bersifat netral. Peta pH tanah dapat dilihat pada Gambar 3.

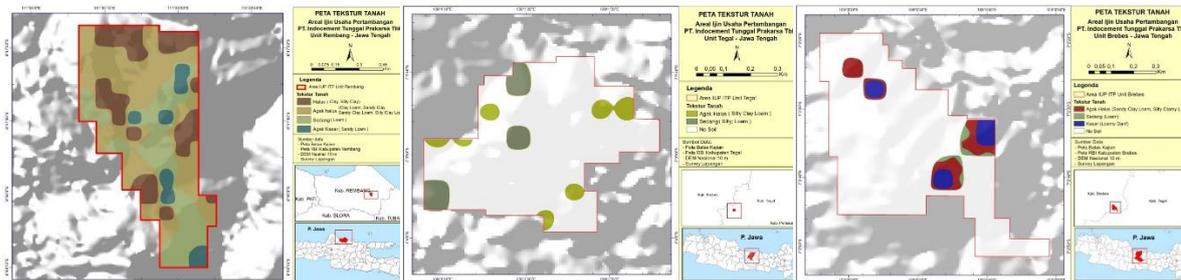


Gambar 3. Peta pH Tanah PT. ITP Unit Rembang, Tegal dan Brebes

pH tanah di areal PT. ITP unit Tegal antara 6,3 hingga 7,64 dengan kondisi sebagian besar pH netral. pH tanah dapat digunakan untuk menaksir lanjut tidaknya perkembangan tanah dan kepentingan bagi tanah pertanian. Menurut Rossi dan Renan (2009), tanah yang terlalu masam dapat dinaikkan dengan menambahkan kapur ke dalam tanah, sedangkan tanah yang terlalu alkalis dapat diturunkan pH-nya dengan penambahan belerang (Hardjowigeno 2015). pH tanah di areal PT. ITP unit Brebes antara 6,77 hingga 7,44 dengan kondisi sebagian besar pH netral.

Tekstur Tanah

Tekstur tanah di areal PT. ITP unit Rembang mulai dari agak kasar (*sandy loam*) sampai dengan halus (*clay, silty clay*). Tekstur tanah mempengaruhi sifat-sifat tanah seperti kemampuan mengikat air, porositas, dan drainase yang penting untuk budidaya tanaman. Tekstur tanah ditentukan oleh ukuran dan proporsi partikel penyusun tanah seperti pasir, debu, dan liat. Fraksi liat merupakan butiran tanah yang paling halus dan menentukan sifat tanah bagi kemampuannya dalam menahan air (*water holding capacity*), sirkulasi atau pergerakan udara dalam tanah, dan sifat kemudahan (berat ringannya) dalam pengolahan tanah (Hardjowigeno 2015).



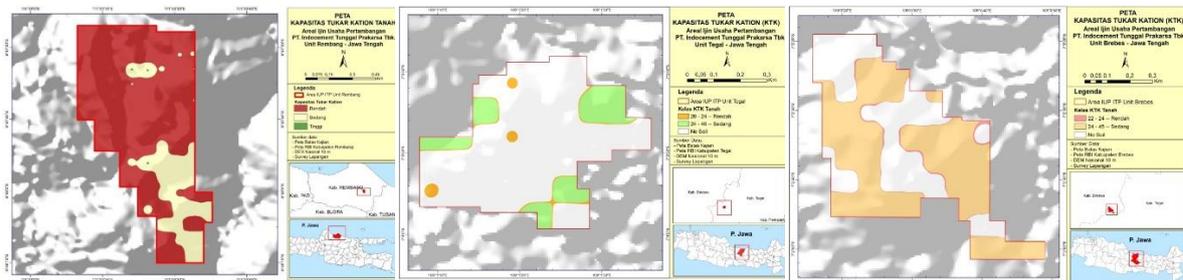
Gambar 4. Peta Tekstur Tanah PT. ITP Unit Rembang, Tegal dan Brebes

Tekstur tanah di areal PT. ITP unit Tegal mulai dari sedang (*Silty loam*) sampai dengan agak halus (*Silty clay loam*). Semakin halus tekstur tanah, maka semakin tinggi kemampuan tanah dalam menahan air yang dapat tersedia bagi tanaman. Tekstur tanah di areal PT. ITP unit Brebes mulai dari kasar (*loamy Danf*) sampai dengan agak halus (*Sandy clay loam, silty clay loam*). Secara umum tesktur tanah yang baik bagi budidaya tanaman penghijauan adalah tekstur agak halus (lempung liat, lempung liat berpasir, dan lempung liat berdebu) hingga halus (liat berpasir, liat

berdebu, dan liat) atau dalam keadaan persentase setiap fraksi seimbang (Hardjowigeno 2015).

KTK Tanah

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan ukuran berapa banyak muatan negatif yang ada pada koloid tanah yang dapat mengikat kation dengan menggunakan lempung, atau partikel liat, dan bahan organik sebagai koloid penentu KTK. Tanah dengan KTK tinggi memiliki kapasitas untuk menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah. Besarnya atau kecilnya KTK dipengaruhi oleh reaksi tanah, tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, bahan organik, dan pengapuran atau pemupukan (Sarah, et al. 2020). KTK tanah di PT. ITP unit Rembang dengan katagori rendah sampai sedang dengan rata-rata KTK tergolong rendah. Pada tanah dengan nilai KTK relatif rendah, proses penyerapan unsur hara oleh koloid tanah tidak berlangsung intensif, dan akibatnya unsurunsur hara tersebut akan dengan mudah tercuci dan hilang bersama gerakan air di tanah (infiltrasi, perkolasi), dan pada gilirannya hara tidak tersedia bagi pertumbuhan tanaman (Mukhlis, 2014)



Gambar 5 . Peta KTK Tanah PT. ITP Unit Rembang, Tegal dan Brebes

KTK tanah di PT. ITP unit Tegal dengan katagori rendah sampai sedang dengan rata-rata KTK tergolong sedang. KTK yang rendah menunjukkan tingkat kesuburan tanah tersebut juga rendah. KTK dapat dipengaruhi oleh sifat fisika, kimia dan kondisi cuaca di kawasan tersebut. KTK tanah di areal PT. ITP unit Brebes dengan katagori rendah hingga sedang. Kandungan KTK mempunyai keterkaitan dengan kandungan bahan organik tanah. Bahan organik tanah berasal dari tanaman yang tumbuh di atasnya, sehingga kadar bahan organik tanah sangat tinggi pada lapisan atas tanah dan menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah (Hanafiah 2010). Nilai KTK pada tapak terganggu umumnya lebih rendah jika dibandingkan dengan pada tapak tidak terganggu (Sarah, et al. 2020).

Implikasi Konservasi Pemulihan Lahan

Pemulihan lahan atau reklamasi lahan adalah upaya untuk memperbaiki atau memulihkan kondisi lahan yang telah mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia

atau bencana alam agar dapat dimanfaatkan kembali secara optimal dan berkelanjutan. Pemulihan lahan berfokus pada upaya untuk memperbaiki kualitas lahan yang sudah rusak akibat aktivitas tertentu agar dapat digunakan kembali secara berkelanjutan. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memulihkan lahan bekas tambang, khususnya dalam hal pemulihan top soil, antara lain: penimbunan kembali top soil, penanaman penutup tanah, pengapuran dan pemupukan, revegetasi, monitoring dan perawatan berkala.

Pemanfaatan sumberdaya lokal (in-situ) menjadi sangat penting untuk dilakukan dalam usaha pemulihan atau reklamasi lahan bekas tambang. Investasi yang diperlukan untuk pemulihan lahan bekas tambang tergolong tinggi. Pendekatan pemanfaatan sumberdaya lokal yang tersedia secara in-situ, misalnya sebagai sumber bahan organik dan bahan pembenah tanah, merupakan salah satu opsi untuk menekan biaya reklamasi. Sumberdaya lokal yang dapat dikelola dan digunakan dalam proses reklamasi lahan bekas tambang diantaanya adalah kompos dari kotoran sapi, jerami, rumput lokal, dan tumbuhan air; biochar dari pupuk kandang, sekam padi, ranting kayu dan serbuk gergaji; serta pembenah tanah lainnya seperti lumpur sungai, abu batubara. Bahan-bahan tersebut dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas lahan bekas tambang, akibat dari ketersediaan tanah lapisan atas yang sangat terbatas.

Pembenahan Lahan

Pembenahan lahan merupakan rangkaian upaya dan kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas lahan yang telah mengalami kerusakan fisik, kimiawi, dan biologis agar dapat dimanfaatkan kembali secara optimal dan berkelanjutan. Pembentukan tanah pada lahan bekas tambang merupakan upaya untuk memulihkan kualitas tanah yang telah rusak akibat aktivitas penambangan agar dapat dimanfaatkan kembali. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk pembentukan tanah pada lahan bekas tambang antara lain: pengapuran, pemupukan, pencampuran tanah, revegetasi, penggunaan mikroorganisme, bioremediasi, konservasi tanah, dan pengelolaan air asam tambang. Pembentukan tanah atau *soil conditioner* merupakan salah satu komponen alternatif yang dapat memperbaiki media tumbuh tanaman dan memperbaiki kualitas lahan bekas tambang. Namun hal terpenting bahwa pembentukan tanah harus potential memperbaiki sifat fisik, kimia dan mikrobiologi tanah (Sheoran et al. 2010). Beberapa jenis pembentukan tanah yang telah digunakan pada lahan bekas tambang antara lain kapur, dolomit, lumpur sungai, fly-ash, dan biochar. Send dan Kumar (2012) menerangkan bahwa penggunaan fly-ash bersamaan dengan pupuk organik mampu berfungsi sebagai pembentukan tanah dan meningkatkan hasil kacang hijau pada lahan bekas tambang batubara. Sementara itu lumpur sungai yang dicampur dengan lapisan tanah atas sangat potensial digunakan sebagai bahan pembentukan tanah, karena dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan biomas *Calopogonium mucunoides* (Ibrahim et al. 2015). Pada lahan bekas tambang

timah, penggunaan dolomit atau kapur 1-2 t ha⁻¹ dicampur dengan 10 ton/ha pupuk kandang mampu memperbaiki kualitas lahan bekas tambang timah yang sebelumnya telah diberi tanah pucuk 1.000 t ha⁻¹ (Asmarhansyah dan Subardja 2013). Dari penelitian Pratiwi et al. (2012) menunjukkan media tanaman dengan perbandingan 20% bahan organik; 20% top soil; 5% kapur; 1% NPK dan 54% tailing bekas tambang timah (pasir kuarsa) memberikan pertumbuhan tanaman kehutanan ekaliptus (*Eucalyptus urophylla*) dan jabon (*Anthocephalus cadamba*) cukup bagus. Biochar berpotensi untuk memperbaiki tanah rusak akibat pertambangan serta untuk fitoremediasi yang ramah lingkungan (Kumar 2013). Beberapa bahan biochar memiliki pH tinggi dan dapat berperan sebagai alternatif pengganti pengapuran, untuk meningkatkan pH tanah (Chan et al. 2007) dan membantu pertumbuhan vegetasi. Bahan biochar dari limbah peternakan ayam (poultry litter) mampu berfungsi sebagai pembenah tanah dan memperbaiki kualitas lahan bekas tambang batubara. Bahan pembenah tanah tersebut, selain mampu meningkatkan kandungan karbon organik, juga meningkatkan ketersediaan N, P, K, Ca, Mg dan S, serta kapasitas tukar kation (Buyantogtokh dan Guo 2013).

Pembenahan tanah dapat memanfaatkan juga pupuk kompos. Peranan pupuk dan kompos sangat penting dalam rehabilitasi lahan bekas tambang. Pupuk dan kompos dapat berfungsi sebagai pengganti nutrisi yang hilang akibat proses kegiatan tambang. Sasaran utama ingin dicapai pasca kegiatan tambang adalah mengembalikan ekosistem awal mendekati sebelum kegiatan tambang. Untuk mencapai sasaran ini menjadikan proses rehabilitasi lahan membutuhkan input yang tinggi agar kualitas lahan bekas tambang menjadi meningkat. Pupuk dan kompos berfungsi sebagai sumber hara makro dan mikro. Pupuk anorganik juga sering digunakan dalam memperbaiki kualitas lahan bekas tambang, Karena lebih mudah didapat dan hasilnya lebih mudah dan lebih cepat terlihat.

Kompos dapat dijadikan lapisan atas sebagai media tumbuh tanaman dan menanggulangi keterbatasan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman (Dere et al. 2012). Pemanfaatan sisa tanam, serbuk gergaji, serasah tanam, rumput lokal dan pupuk kandang serta tumbuhan air dapat dijadikan sumber pembuatan kompos. Limbah tersebut merupakan alternatif sumberdaya lokal yang dapat dimanfaatkan sehingga dapat lebih menghemat biaya rehabilitasi lahan bekas tambang. Berbeda dengan pupuk kandang, bahan-bahan seperti serasah sisa tanaman, dan serbuk gergaji memerlukan waktu untuk proses pengomposan (dekomposisi) yang relatif lebih lama, agar hara yang dikandungnya dapat tersedia bagi tanaman.

Dengan pola integrasi tanaman ternak di lahan bekas tambang timah, kotoran yang dihasilkan dapat diolah menjadi kompos dan dimanfaatkan untuk tanaman. Sedangkan limbah tanaman dapat digunakan sebagai sumber pakan sapi. Menurut Hidayat et al. (2013), penanaman rumpun gajah pada satu hektar lahan bekas tambang timah dapat memenuhi kebutuhan pakan 13 ekor sapi per tahun. Kotoran sapi atau

pupuk organik yang dihasilkan dari ternak tersebut adalah 26,89 t tahun⁻¹ atau dapat memperbaiki 1,35 ha lahan bekas tambang timah

Pencegahan Erosi dan Aliran Permukaan

Erosi tanah dan aliran permukaan merupakan salah satu dampak negatif terhadap lingkungan akibat kegiatan penambangan terbuka. Menurut Jha dan Kapat (2009), erosi yang terjadi akibat kegiatan penambangan di Indonesia adalah erosi parit, erosi permukaan, erosi alur dan erosi hujan/percikan. Pembuatan teras merupakan salah satu alternatif pemecahan dalam mencegah atau mengurangi erosi tanah. Teknik ini merupakan metoda tradisional untuk mengkonservasi tanah dan air. Terasering dalam banyak hal masih dinilai sebagai metode konservasi yang terbaik dan efektif untuk mengurangi erosi tanah (Wheaton dan Monke 2001). Pembuatan teras dilakukan pada areal lahan yang memiliki kemiringan 5-40% (Permentan 2006). Hal ini karena di Indonesia laju erosi pada lahan pertanian dengan lereng 3-30% tergolong tinggi, berkisar antara 60-625 t ha⁻¹ tahun⁻¹, padahal banyak lahan pertanian yang berlereng lebih dari 15%, bahkan lebih dari 100% sehingga erosi tanah tergolong sangat tinggi (Sutrisno dan Heryani 2013). Pembuatan teras harus dilengkapi dengan saluran pembuangan air (SPA) dan terjunan. Hal ini berfungsi untuk pengendalian aliran permukaan dan erosi tanah, sehingga bahan organik yang diberikan tidak hanyut. Teras dapat juga dibuat dalam bentuk guludan, bentuk tangga (bangku) atau dibentuk secara bertahap (dikenal dengan teras kredit) dengan diawali dengan aplikasi teknik konservasi seperti strip rumput, tanaman pagar, atau tumpukan batu, yang disusun mengikuti garis kontur dengan jarak antar baris disesuaikan dengan kemiringan lahan.

Cek Dam merupakan salah satu bentuk teknik konservasi tanah yang dirancang untuk memperlambat atau menghambat sedimen, sehingga sedimen bekas tambang yang mengalir menjadi kecil. Hal ini karena lahan bekas tambang memiliki dampak negatif terhadap terjadinya erosi parit (Jha dan Kapat 2009). Umumnya pencegahan erosi dengan cek dam dapat dilakukan kombinasi antara cara vegetatif dan sipil teknik. Pencegahan erosi pada saluran pembuangan air dapat mengurangi kecepatan air. Sedimen yang telalu banyak mengendap dan lama dapat mengurangi umur bangunan cek dam. Selain aspek fisik, terkait pencegahan erosi juga dapat dilakukan dengan menggunakan mulsa. Aplikasi mulsa organik pada permukaan tanah ditujukan untuk mencegah erosi dan mempertahankan kelembaban, serta untuk perkecambahan benih. Mulsa sangat bermanfaat untuk mendukung proses revegetasi lahan bekas tambang. Ada beberapa bahan organik yang telah terbukti bermanfaat sebagai mulsa seperti rumput kering atau jerami, serpihan kayu, dan serat kayu. Penggunaan tikar atau selimut dari mulsa organik yang dirancang untuk stabilisasi tanah pada lahan berlereng yang peka erosi. Tikar dibuat dari anyaman bahan jerami padi, alang-alang dan sabut kelapa yang sifatnya mudah melapuk. Tikar ini juga bermanfaat sebagai tempat perkecambahan benih (US EPA 2006).

Revegetasi

Revegetasi adalah upaya penanaman kembali tumbuhan atau vegetasi pada lahan yang telah gundul atau tidak bervegetasi dengan tujuan untuk memulihkan ekosistem dan mencegah kerusakan lahan lebih lanjut. Revegetasi umumnya dilakukan pada lahan pascatambang, lahan kritis, lahan gundul, atau habitat yang rusak. Tujuan utama revegetasi adalah mengembalikan fungsi ekologis lahan dengan menanam kembali tumbuhan asli (lokal) yang sesuai. Jenis tumbuhan yang ditanam terdiri dari tanaman penutup tanah, tanaman perdu, dan pohon-pohon. Faktor yang perlu diperhatikan dalam revegetasi antara lain jenis tanah, iklim, ketersediaan air, dan jenis tumbuhan asli setempat. Tahapan revegetasi meliputi persiapan lahan, pemilihan bibit, penanaman, pemeliharaan, hingga monitoring dan evaluasi. Keberhasilan revegetasi memerlukan pemeliharaan jangka panjang hingga ekosistem dapat pulih kembali. Revegetasi sangat penting dilakukan pada lahan bekas tambang, agar lahan dapat dimanfaatkan kembali dan terhindar dari berbagai kerusakan.

Vegetasi memiliki peran penting dalam melindungi permukaan tanah dari erosi dan aliran permukaan. Melalui sistem perakaran yang berkembang dapat menstabilkan tanah dan menghambat proses degradasi lahan. Selain itu vegetasi dapat meningkatkan bahan organik tanah, menciptakan bulk density (BD) tanah yang rendah, dan membuat pH tanah yang sesuai serta menciptakan hara yang tersedia bagi tanaman (Mensah 2015). Pemilihan tanaman untuk revegetasi harus dilakukan berdasarkan kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dan memproduksi dalam kondisi tanah yang sangat buruk, disisi lain vegetasi yang tumbuh juga harus mampu menstabilkan struktur tanah (Madejon et al. 2006). Untuk itu harus dipilih jenis tanaman yang tahan kekeringan dan cepat serta mudah tumbuh, misalnya rumput pakan ternak yang dapat tumbuh pada tanah marginal seperti *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* dan *Pennisetum purerium* (Odot). Tanaman yang dipilih juga sebaiknya memiliki kanopi padat, rapat dan memiliki sistem perakaran yang serabut dan dalam, sehingga mampu mencengkram tanah yang bermanfaat menghambat erosi tanah.

Tanaman rumput merupakan tanaman pionir, sehingga sesuai digunakan dalam usaha revegetasi lahan bekas tambang. Dengan perakaran serabut, tanaman dapat memperlambat erosi dan mempunyai kecenderungan membentuk lapisan humus, menstabilkan tanah, dan menghemat air tanah (Sheoran et al. 2010). Penanganan lahan bekas tambang yang efektif juga dapat dilakukan dengan teknologi berbasis vegetasi, seperti sistem pertanaman lorong, strip rumput, dan penanaman tanaman dengan kombinasi perakaran dalam dan dangkal (Mensah 2015). Teknologi ini bermanfaat untuk pencegahan erosi dan longsor pada areal timbunan yang berbentuk bukit pada lahan bekas tambang, karena tanaman akan tumbuh maksimal dan menghasilkan perakaran yang mampu mencengkram agregat tanah.

Pada areal timbunan yang datar dapat diterapkan penanaman multistrata dengan sistem agroforestri. Sistem ini dapat mendukung peningkatan bahan organik tanah

dan memperbaiki struktur tanah serta membuat tanah lebih stabil (Schroth et al. 2001; Thakur et al. 2005). Sebagai contoh tanaman dengan strata 1 seperti kelapa, durian dan petai; strata 2 seperti cengkeh, kayu manis, pala, nangka, jambu mete; strata 3 seperti pisang, jeruk, nanas, jagung, tanaman obat, rempah-rempah, sedangkan strata 4 seperti rumput vetiver, mukuna, centrosema dan legum penutup tanah. Revegetasi harus dapat meningkatkan kualitas lahan seperti mengurangi erosi dan aliran permukaan, meningkatkan bahan organik tanah, fiksasi nitrogen, meningkatkan penyimpanan dan infiltrasi air serta dapat meningkatkan aktivitas biologis tanah. Selain itu dapat memberikan nilai tambah bagi lingkungan lokal seperti penyediaan habitat hewan dan pakan ternak, meningkatkan penghasilan dan menjadikan lahan bekas tambang sebagai objek wisata.

SIMPULAN

Kedalaman tanah lapisan atas (*top soil*) di areal PT ITP unit Rembang berkisar 0-26 cm, unit Tegal 8-10 cm dan unit Brebes 3-9 cm. Keberadaan *top soil* dipengaruhi oleh aktivitas penambangan sehingga vegetasi yang berada di atasnya minim. Areal PT.ITP unit Rembang, Tegal dan Brebes memiliki kondisi KTK rendah hingga sedang, nilai rata-rata pH netral, jenis tanah *pellic vertisol* dengan tekstur mulai dari kasar hingga agak halus. Kegiatan konservasi tanah di area PT. ITP. diantaranya dengan pemulihan lahan, pembenahan lahan, pencegahan erosi dan permukaan, serta melakukan revegetasi. Informasi mengenai kondisi tanah di areal PT. ITP unit Rembang, Tegal dan Brebes penting untuk menentukan kesesuaian lahan sebagai dasar pengalokasian sumberdaya lahan dan perencanaan pemanfaatan lahan agar optimal dan berkelanjutan

SARAN

PT. ITP unit Rembang, Tegal dan Brebes dapat melaksanakan berbagai upaya untuk memperbaiki kualitas lahan bekas tambang, antara lain melakukan revegetasi dengan berbagai jenis tanaman penutup tanah yang sesuai dengan sifat fisik, kimia dan biologi tanah bekas tambang. Pencegahan erosi dan peningkatan kandungan bahan organik dapat dilakukan setelah melakukan penimbunan tanah di area konservasi. Selanjutnya dilakukan monitoring dan pemeliharaan, untuk memantau kondisi lahan secara berkala dan melakukan perawatan secara berkelanjutan sehingga upaya-upaya reklamasi berhasil dengan maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Indocement Tunggal Prakarsa Palimanan Cirebon atas kerjasama yang telah terjalin dan khususnya pada kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, M.S Imanudin, And W. L.Candra. 2020. Water Management and Soil Fertility Status at A Reclaimed Tidal Lowland ofTelang Jaya Village, South Sumatra, Indonesia. *Journal of Wetlands Environmental Management*. Vol 8, No 2 (2020) 85 – 99
- Buyantogtokh, U. dan Guo, M. 2013. Reclamation of Abandoed mine land through poultry litter biochar amendment. Poster paper was presented at the 2013 National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation, Laramie, WY Reclamation Across Industries, June 1-6, 2013. R.I. Barnhisel (Ed.) Published by ASMR, 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502.
- Dere, A.L., Stehouwer, R.C., Aboukila E., dan McDonald, K.E. 2012. Nutrient Leaching and Soil Retention in Mined Land Reclaimed with Stabilized Manure. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 41 No. 6, p. 2001-2008
- Erfandi D. 2017. Pengelolaan lansekap lahan bekas tambang: pemulihan lahan dengan pemanfaatan sumberdaya lokal (*in-situ*). *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 11(2): 55-66.
- Eviati, Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air, dan Pupuk*. Edisi ke-2. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- Hanafiah KA. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta (ID) : Penerbit PT Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno S. 2015. *Ilmu Tanah*. Edisi kedelapan. Jakarta (ID) : Akademika Pressindo.
- Hidayat, Z., Asmarhanysah dan Risfaheri. 2013. Perbaikan lahan bekas tambang timah melalui pengembangan ternak sapi. Prosiding Ekspose dan Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Makassar, 19-21 Juni 2013. hal. 209-217.
- Marsono DJ. 1991. Potensi dan Kondisi Hutan Hujan Tropika Basah di Indonesia. *Buletin Instiper Institut Pertanian STIPER Yogyakarta*. 2(2).
- Mulyanto, Budi. 2008. Kelembagaan Pengelolaan Kawasan Pasca Tambang. Makalah Seminar dan Workshop Reklamasi dan Pengelolaan Kawasan Pascapenutupan Tambang. Pusdi Reklamatam, Bogor. 22 Mei 2008.
- Mustofa, R., & Bakce, R. (2019, January). Potensi Konflik Lahan Perkebunan Kelapa Sawit. In *Unri Conference Series: Agriculture and Food Security* (Vol. 1, pp. 58-66).
- Prasetyo, B.H. 2007. Perbedaan Sifat-Sifat Tanah Vertisol Dari Berbagai Bahan Induk. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 9, No. 1, Halaman 20-31.
- Rachman, A., Sutono, I., & Suastika, I. W. (2017). Indikator kualitas tanah pada lahan bekas penambangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1), 1-10.
- Rosmarkam A, Yuwono NW. 2002. *Ilmu Kesuburhan Tanah*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Rossi P, Renan S. 2009. Analisis Tanah Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian Di Kota Semarang. [Skripsi]. Semarang (ID): Universitas Wahid Hasyim Semarang.

- Soil Survey Staff. 1998. *Kunci Taksonomi Tanah*. Edisi Kedua Bahasa Indonesia. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Thakur, P.S., Vaishnu Dutt, dan Sandeep Sehgaland Raj Kumar. 2005. Diversification and improving productivity of mountain farming systems through agroforestry practice in Northwestern India. *AFTA Conference Proceedings*.
- Wandana, E., Raka, I. D. N., & Udiyana, B. P. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Menggunakan Citra Satelit Dan Survey Lapangan Untuk Tanaman Asparagus Di Desa Pelaga Kabupaten Badung. *Jurnal Agrimeta*, 6(12).
- Widyantari, D. A. G., Susila, K. D., & Kusmawati, T. A. T. I. E. K. (2015). Evaluasi status kesuburan tanah untuk lahan pertanian di Kecamatan Denpasar Timur. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(4), 294-298.
- Zainudin dan Kesumaningwati R. 2021. Penilaian Status Kesuburan Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Samarinda. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. Volume 3, Nomor 2, Februari 2021. 106-111.