



Estimasi Area Persebaran Potensi Material Tanah Liat Menggunakan Citra Sentinel – 2 dan Metode Skoring Pembobotan (Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban)

(Estimation of Potential Distribution Area of Clay Material Using Sentinel - 2 Imagery and Weighting Scoring Method

(Case Study: Semanding District, Tuban Regency))

Pradipta Adi Nugraha, Nurwatik Nurwatik, Filsa Bioresita

Departemen Teknik Geomatika, FTSPK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Penulis Korespondensi: Nurwatik Nurwatik | **Email:** nurwatik@its.ac.id

Diterima (*Received*): 28/Aug/2023 Direvisi (*Revised*): 24/Nov/2023 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 27/Nov/2023

ABSTRAK

Eksplorasi potensi wilayah tambang merupakan tahapan usaha pertambangan untuk memperoleh informasi mengenai lokasi, bentuk, sebaran, luasan, dan sumber daya dari bahan galian yang berada di suatu wilayah. Informasi ini nantinya bermanfaat dalam melakukan cara penambangan, estimasi waktu dan biaya penambangan, serta jumlah kualitas bahan galian yang akan ditambang. Komoditas pertambangan yang sering ditambang adalah material tanah liat yang berfungsi sebagai salah satu bahan baku pembuatan semen. Komponen pada tanah liat yang dibutuhkan sebagai bahan baku pembuatan semen adalah alumina (Al_2O_3) dan silika (SiO_2). Kecamatan Semanding, Tuban, Indonesia merupakan daerah penghasil tanah liat sebagai bahan baku semen. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu menganalisis potensi wilayah tambang dari jauh serta lebih efisien. Penelitian ini menggunakan data dari satelit Sentinel - 2 untuk melakukan pemetaan sebaran potensi dan perhitungan luas wilayah tambang tanah liat di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Pemetaan sebaran potensi material tanah liat ini menggunakan 3 parameter utama, yaitu Indeks Vegetasi, Tutupan Lahan, dan Geologi yang kemudian dilakukan pembobotan pada setiap parameter. Luas potensi sebaran tanah liat di Kecamatan Semanding didominasi oleh potensi tinggi yang memiliki luasan 4716.880 ha dengan cakupan sebesar 43.520 persen dari keseluruhan potensi.

Kata Kunci: Tanah Liat, Penginderaan Jauh, Sentinel - 2

ABSTRACT

Exploration of potential mining areas is a stage of the mining business to obtain information about the location, shape, distribution, area, and resources of minerals located in an area. This information will be useful in conducting mining methods, estimating the time and cost of mining, and the amount of quality of minerals to be mined. Mining commodities that are often mined are clay materials that function as one of the raw materials for making cement. The components in clay that are needed as raw materials for making cement are alumina (Al_2O_3) and silica (SiO_2). Semanding District, Tuban, Indonesia is a clay producing area as a raw material for cement. Therefore, technology is needed that is able to analyze the potential of mining areas from afar and more efficiently. This research uses data from the Sentinel - 2 satellite to map the distribution of potential and calculate the area of clay mining in Semanding District, Tuban Regency. Mapping the potential distribution of clay material uses 3 main parameters, namely the Vegetation Index, Land Cover, and Geology which are then weighted on each parameter. The potential area of clay distribution in Semanding District is dominated by high potential which has an area of 4716.880 ha with a coverage of 43.520 percent of the overall potential.

Keywords: Clay Soil, Remote Sensing, Sentinel - 2

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya alam baik di atas maupun di bawah permukaan tanah yang begitu besar. Sektor pertambangan merupakan salah satu sektor dengan sumbangsi pendapatan negara terbesar di Indonesia. Menurut laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) per 06 September 2021 mencatat realisasi penerimaan negara dari sektor pertambangan mineral dan batu bara atau minerba tembus sebesar Rp42,36 triliun, atau 108,33 persen dari target tahun itu (Mudassir, 2021). Salah satu komoditas pertambangan yang sering di eksplorasi sebagai bahan baku pembuatan semen adalah material tanah liat. Tanah liat merupakan jenis tanah yang berukuran lempung dan bersifat plastis & kohesif (Darwis, 2018). Pembuatan semen membutuhkan 2 komponen pada material tanah liat, yakni Alumina (Al₂O₃) sebagai media yang memudahkan semen untuk bercampur dengan air, serta Silika (SiO₂) berfungsi sebagai media untuk memperkokoh struktur semen (Shetty, 2000).

Kabupaten Tuban merupakan pertambangan mineral non logam yaitu batu kapur, fosfat, tanah liat, dolomite, *ball clay*, pedel, pasir kwarsa, serta merupakan salah satu kabupaten dengan penghasil tanah liat sebagai bahan baku semen terbesar di Indonesia. Berdasarkan laporan Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Tuban tahun 2007, besaran material tanah liat yang sudah dieksploitasi hingga tahun 2007 yakni sebesar 12.166.838,575 ton. Material tanah liat di Kabupaten Tuban dapat ditemukan di Kecamatan Jenu, Kecamatan Kerek, serta Kecamatan Semanding. Banyaknya persebaran tanah liat di Kabupaten Tuban ini akan mengalami kesulitan jika dilakukan proses pencarian / eksplorasi secara manual atau turun ke lapangan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang mampu menganalisis persebaran potensi tanah liat secara cepat.

Penginderaan jauh merupakan suatu metode untuk mengumpulkan informasi objek dan informasi di sekitar objek dari jauh atau tanpa sentuhan fisik. Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan sebagai metode untuk menentukan persebaran potensi tanah liat yang ada di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Salah satu satelit yang digunakan untuk penginderaan jauh yang memiliki resolusi yang cukup tinggi ialah satelit Sentinel - 2. Satelit Sentinel - 2 merupakan satelit yang dikembangkan oleh *European Space Agency* (ESA), memiliki resolusi spasial yang tinggi sebesar 10 meter. Sentinel-2 memanfaatkan teknologi untuk mendukung pasokan data operasional untuk layanan seperti manajemen resiko bencana seperti banjir, kebakaran hutan, tanah longsor, perubahan lahan, pemantauan hutan, serta sistem peringatan dini (*early warning system*) (Agency, 2017). Sentinel 2 memiliki misi untuk menyediakan citra satelit beresolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga pengguna masih dapat memperoleh data penginderaan permukaan bumi terbaru (Oktaviani & Kusuma, 2017). Berdasarkan spesifikasi dan manfaat tersebut, satelit Sentinel - 2 mampu untuk

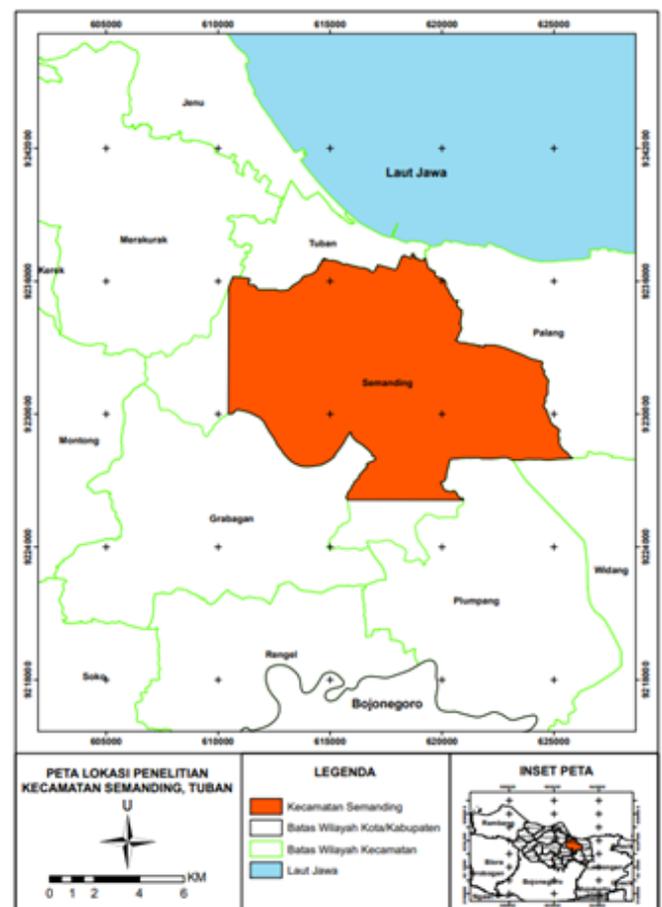
menentukan persebaran potensi tanah liat yang ada di Kecamatan Semanding. Penelitian ini bertujuan melakukan pemetaan dan perhitungan luasan potensi material tanah liat secara cepat dan efisien dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh.

2. Data dan Metodologi

2.1. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra Satelit Sentinel - 2 pada tanggal 22 Juni 2022 yang telah terkoreksi *geometric* dan *radiometric*. Data ini digunakan sebagai data utama untuk mendapatkan peta tutupan lahan dan peta indeks vegetasi. Data Batas Administrasi Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban digunakan sebagai pembatas area studi. Peta Geologi Kabupaten Tuban Skala 1:100.000 (Tahun 1997) digunakan sebagai salah satu parameter penentuan potensi tanah liat. Data *Ground Truth* Tutupan Lahan (22 Maret 2023) dan Foto NDVI di Lapangan (22 Maret 2023) digunakan sebagai data validasi hasil pengolahan tutupan lahan dan indeks vegetasi dari citra.

2.2. Lokasi Penelitian

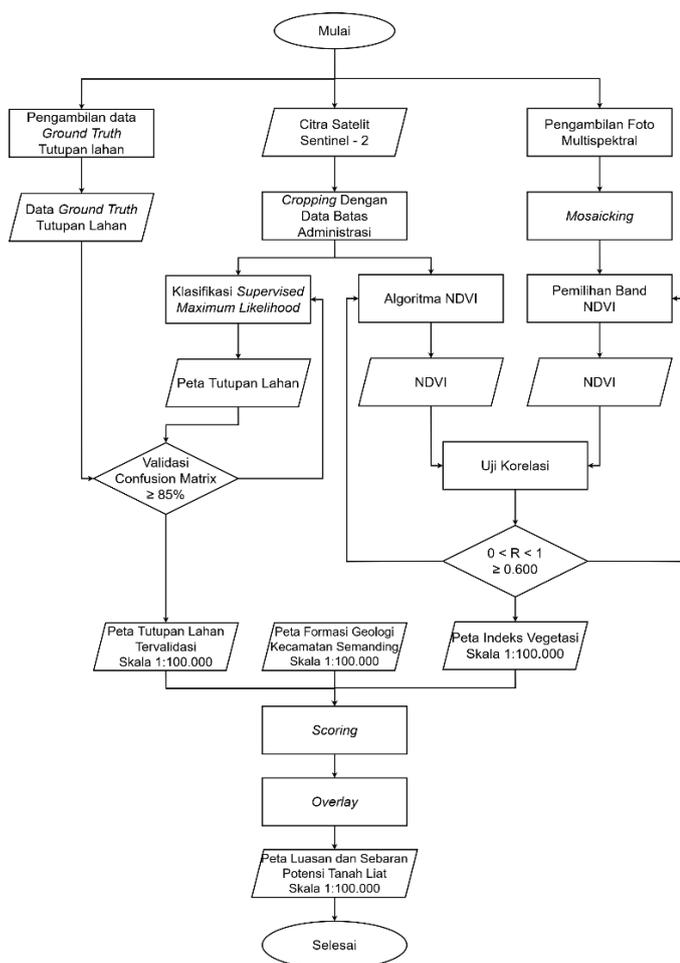


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Semanding

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Kecamatan Semanding merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Tuban yang memiliki 2 kelurahan dan 15 desa. Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur yang secara astronomis terletak pada $111^{\circ} 58' 0'' - 112^{\circ} 8' 45''$ BT dan $6^{\circ} 53' 44'' - 7^{\circ} 1' 24''$ LS.

Kecamatan Semanding memiliki luas wilayah sebesar $120,99 \text{ km}^2$, serta memiliki batas wilayah yang berbatasan langsung dengan Kecamatan Tuban di sebelah utara, kemudian berbatasan dengan Kecamatan Palang di sebelah timur, berbatasan langsung dengan Kecamatan Plumpang dan Kecamatan Grabagan di sebelah selatan, serta berbatasan dengan Kecamatan Merakurak di sebelah barat.

2.3. Metodologi



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

Gambar 2 menunjukkan diagram alir pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini. Pada tahapan pengumpulan data, dilakukan pengumpulan data berupa data citra satelit Sentinel - 2 beserta data peta batas wilayah Kabupaten Tuban. Nantinya data - data tersebut akan digunakan

sebagai acuan pembuatan peta persebaran rencana survei ground truth dan data NDVI.

Setelah itu, dilakukan *cropping* atau pemotongan Citra Satelit Sentinel - 2 sesuai dengan batasan wilayah penelitian. Data yang digunakan untuk tahapan *cropping* adalah data batas administrasi Kecamatan Semanding yang didapatkan dari *website* Ina-geoportal.

Pada tahapan survei lapangan akan dilakukan pengambilan data NDVI sebagai uji korelasi untuk hasil NDVI dari hasil pengolahan citra satelit. Kemudian dilakukannya pengambilan data koordinat pada beberapa kategori tutupan lahan (*Ground Truth*) sebagai uji validasi klasifikasi *supervised*.

Pada tahapan pembuatan peta indeks vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode algoritma NDVI yang berasal dari data citra satelit Sentinel - 2 dan dilakukan uji korelasi menggunakan data NDVI yang telah diambil di lapangan. Pada tahapan pembuatan peta tutupan lahan, data citra satelit Sentinel - 2 akan diolah menggunakan metode *Classification Supervised Maximum Likelihood* dengan berdasar pada training data yang diambil dari beberapa data lapangan (*Ground Truth*). *Supervised Classification* merupakan klasifikasi yang dilakukan dengan berdasarkan karakteristik kelas (*class signature*) yang diperoleh melalui data lapangan (*training area*) yang dikelompokkan berdasarkan kesamaan atau kemiripan spektralnya (Jaya, 2014; Santosa, 2016).

Data unsur Geologi didapatkan dalam format *shapefile* Peta Geologi Lembar Tuban Jawa Skala 1:100.000 kemudian dilakukan pengharkatan pada data yang tersedia. Kemudian dilakukan proses *mosaicking*. Proses *mosaick* citra adalah sebuah metode untuk menggabungkan beberapa citra yang memiliki bagian berkesesuaian sehingga membentuk citra dengan visualisasi yang lebih besar dan lengkap dari beberapa citra kecil yang telah diambil tersebut (Bheda, 2014).

Pada tahapan selanjutnya, dilakukan uji korelasi antara data NDVI hasil pengolahan citra satelit Sentinel - 2 dan hasil pengambilan data NDVI di lapangan. Uji korelasi dilakukan untuk mengukur kekuatan hubungan dua variabel. Jika hasil uji korelasi mendekati -1 atau +1 maka hubungan antar variabel tersebut kuat. Sedangkan untuk tanda - (negatif) maupun + (positif) menandakan bentuk korelasinya linier negatif atau korelasi linier positif. Setelah itu, dilakukan uji validasi terhadap peta tutupan lahan menggunakan data lapangan tutupan lahan (*Ground Truth*). Uji validasi ini menggunakan metode *Confusion Matrix*.

Pada tahapan *scoring* atau pembobotan akan dilakukan pemberian nilai pada masing - masing parameter sesuai dengan karakteristik kelasnya. *Scoring* sendiri menurut Sihotang (2016), digunakan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial, sehingga wilayah yang memiliki nilai *scoring* besar memiliki tingkat potensi material tanah liat yang tinggi, begitu pula sebaliknya. Selanjutnya dilakukan pembobotan utama pada

ketiga parameter, yakni Peta Indeks Vegetasi memiliki nilai bobot sebesar 20%, Peta Tutupan Lahan memiliki nilai bobot sebesar 30%, dan Peta Geologi memiliki nilai bobot sebesar 50%. Pembagian nilai pembobotan ini didasari oleh penelitian yang dilakukan oleh Ramdhani (2018) dengan nilai pembobotan terbesar berada pada parameter Formasi Geologi karena merupakan faktor utama dari pembentukan material tanah liat, sedangkan untuk parameter Tutupan Lahan lebih besar dibanding dengan parameter Indeks Vegetasi dikarenakan parameter Tutupan Lahan lebih berpengaruh terhadap pemanfaatan sebaran material tanah liat di permukaan bumi oleh masyarakat sekitar studi area. Pada tahapan *overlay*, peta - peta yang telah dilakukan *scoring*, akan dilakukan *overlay* / tumpang susun untuk mendapatkan informasi mengenai peta persebaran potensi tanah liat beserta luasannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Peta indeks Vegetasi

Peta Indeks Vegetasi dibuat menggunakan data utama, yakni citra satelit Sentinel - 2 dengan tanggal perekaman data 22 Juni 2022. Pembuatan peta indeks vegetasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan algoritma NDVI yang menggunakan 2 kanal utama yaitu NIR dan Red. Pada Citra Satelit Sentinel - 2 kanal NIR berada pada band 8 yang memiliki resolusi spasial 10 m dan untuk kanal Red berada pada band 4 yang memiliki resolusi spasial 10 m.

Tabel 1. Rentang Kelas Nilai Indeks Vegetasi (Peraturan Menetri No: P.12/Menhut-II/2012)

Kelas	Rentang Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan
1	-1 hingga -0.03	Lahan Tidak Bervegetasi
2	-0.03 hingga 0.15	Kehijauan Sangat Rendah
3	0.15 hingga 0.25	Kehijauan Rendah
4	0.25 hingga 0.35	Kehijauan Sedang
5	0.35 hingga 1	Kehijauan Tinggi

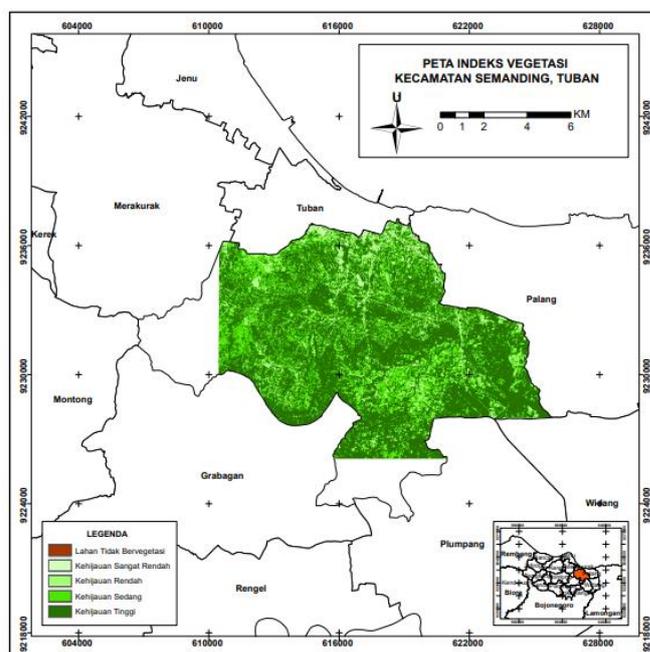
Setelah dilakukan perhitungan algoritma NDVI pada data Citra Satelit Sentinel - 2, didapatkan pada daerah penelitian memiliki nilai indeks vegetasi paling rendah berada pada -0.270 dan nilai indeks vegetasi paling tinggi berada pada 0.725. Pada hasil pengolahan indeks vegetasi menggunakan data Citra Satelit Sentinel - 2 akan dilakukan pembagian kelas indeks untuk menghasilkan peta indeks vegetasi daerah penelitian. Proses pembagian kelas indeks dilakukan berdasar pada Peraturan Menteri No: P.12/Menhut-II/2012 yang membagi nilai indeks vegetasi menjadi lima kelas seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Setelah dilakukan proses pembagian kelas menjadi 5 kelas indeks vegetasi sesuai Peraturan Menteri No: P.12/Menhut-II/2012, didapatkan Peta Indeks Vegetasi Kecamatan Semanding beserta tabel luasan tiap tingkatan

kerapatan vegetasi dalam satuan hektar yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas Tiap Tingkat Kerapatan Vegetasi

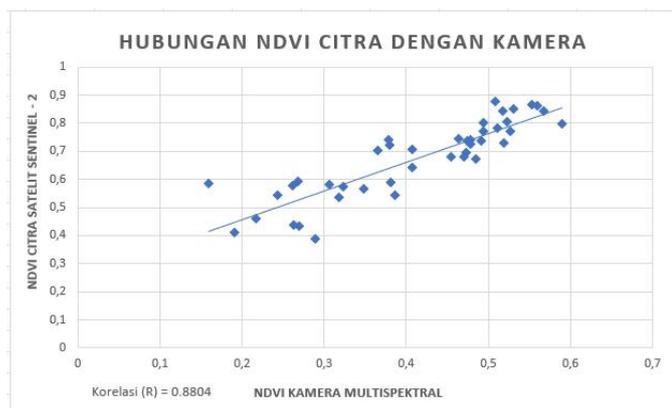
Kelas	Rentang Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan	Luas (ha)
1	-1 hingga -0.03	Lahan Tidak Bervegetasi	4.120
2	-0.03 hingga 0.15	Kehijauan Sangat Rendah	342.950
3	0.15 hingga 0.25	Kehijauan Rendah	119.160
4	0.25 hingga 0.35	Kehijauan Sedang	2745.780
5	0.35 hingga 1	Kehijauan Tinggi	6687.410



Gambar 3. Peta Indeks vegetasi Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Hasil pengolahan nilai indeks vegetasi perlu dilakukan uji korelasi untuk mengetahui korelasi nilai NDVI yang dihasilkan citra satelit dengan nilai NDVI yang dihasilkan oleh kamera multispektral NDVI. Uji korelasi nilai indeks vegetasi pada penelitian ini menggunakan 42 titik sampel yang diambil secara acak dan merata di daerah penelitian. Pengambilan data NDVI di lapangan dilakukan dengan menggunakan kamera multispektral yang diterbangkan dengan UAV Drone. Pengambilan data NDVI ini menghasilkan foto *orthophoto* NDVI yang telah terkoreksi geometri. Pengambilan data lapangan ini dilakukan pada tanggal 22 Maret 2023. Pada hasil pengambilan data NDVI di lapangan didapati nilai NDVI tertinggi berada di -0.0694 dan nilai NDVI tertinggi berada di nilai 1, sedangkan untuk nilai NDVI citra satelit tertinggi sebesar -0.270 dan tertinggi

berada di nilai 0.725. Gambar 4 menunjukkan grafik korelasi data NDVI citra satelit dengan data NDVI di lapangan.



Gambar 4. Grafik Korelasi NDVI Citra dengan NDVI Kamera Multispektral

Dapat dilihat pada grafik tersebut, nilai NDVI citra satelit dengan nilai NDVI yang dihasilkan kamera multispektral memiliki nilai yang berbeda. Uji korelasi dilakukan guna mengetahui sejauh mana kedekatan atau korelasi nilai NDVI citra satelit dengan nilai NDVI yang dihasilkan kamera multispektral. Kuat tidaknya keeratan hubungan antara kedua variabel tersebut dapat ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang dilambangkan dengan huruf r , dimana nilai r dapat bervariasi dari -1 hingga +1. Nilai r yang mendekati -1 ataupun +1 menunjukkan hubungan yang kuat antara dua variabel tersebut, sedangkan nilai r yang mendekati 0 mengindikasikan lemahnya hubungan antara dua variabel tersebut. Sedangkan tanda + (positif) dan - (negatif) memberikan informasi mengenai arah hubungan antara dua variabel tersebut. Jika bernilai + (positif) maka kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang searah, dan begitu juga sebaliknya. Data yang digunakan dalam koefisien korelasi biasanya memiliki skala interval atau rasio. Tabel 3 menunjukkan analisis untuk skala interval koefisien korelasi (Sugiyono, 2007).

Tabel 3. Skala Interval Koefisien Korelasi (Sugiyono, 2007)

No	Rentang Skala	Tingkat Korelasi
1	0.000 - 0.199	Sangat Rendah
2	0.200 - 0.399	Rendah
3	0.400 - 0.599	Sedang
4	0.600 - 0.799	Kuat
5	0.800 - 1.000	Sangat Kuat

Hasil uji korelasi antara nilai NDVI citra satelit dengan nilai NDVI kamera multispektral didapati sebesar 0.880. Hal ini dapat disimpulkan bahwa korelasi antara nilai

NDVI citra satelit dengan nilai NDVI kamera multispektral termasuk dalam kategori sangat kuat, sehingga pengolahan NDVI citra satelit Sentinel – 2 telah sesuai.

3.2. Peta Tutupan Lahan

Peta Tutupan Lahan dibuat menggunakan data utama, yakni citra satelit Sentinel – 2 dengan tanggal perekaman data 22 Juni 2022. Pembuatan Peta Tutupan Lahan ini dilakukan dengan interpretasi digital menggunakan metode klasifikasi, yaitu *Supervised Classification: Maximum Likelihood*, adalah metode klasifikasi yang didasarkan pada nilai piksel yang sama dengan mengasumsikan distribusi spektralnya normal atau mendekati normal pada masing - masing karakteristik yang menarik dan menghitung probabilitas bahwa setiap piksel diberikan kelas tertentu. Setelah dilakukan pembuatan klasifikasi tutupan lahan, dilakukan uji validasi menggunakan metode *Confusion Matrix* dan didapati nilai uji validasi sebesar 88.421%.

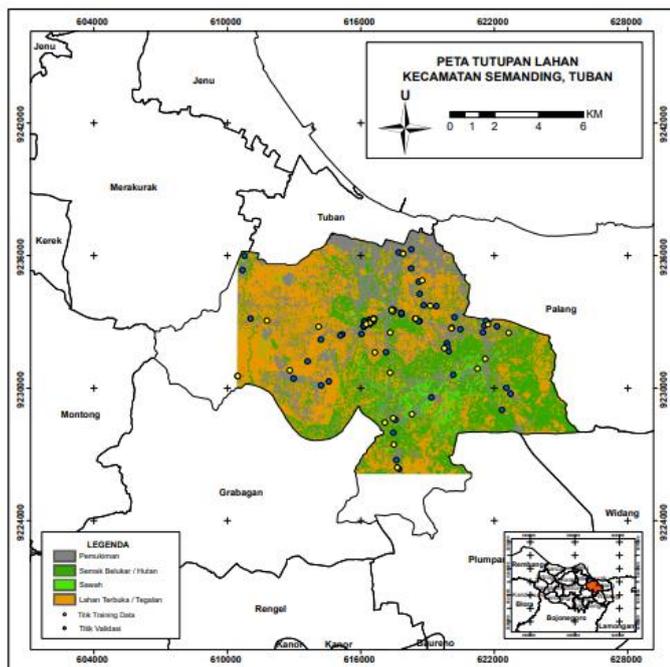
Pembagian kelas atau klasifikasi tutupan lahan pada penelitian ini berdasar pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 Klasifikasi Penutup Lahan (BSN, 2010). Pada daerah penelitian Kecamatan Semanding dilakukan pembagian tutupan lahan menjadi 4 tipe, yakni Pemukiman, Semak Belukar / Hutan, Sawah, Lahan Terbuka / Tegalan. Berikut ini merupakan tabel klasifikasi tipe tutupan lahan beserta luasannya di Kecamatan Semanding.

Tabel 4. Luasan Tiap Klasifikasi Tutupan Lahan

Kelas	Tutupan Lahan	Luas (ha)
1	Pemukiman	2308.300
2	Semak Belukar / Hutan	3560.040
3	Sawah	367.800
4	Lahan Terbuka / Tegalan	4622.200

Proses klasifikasi tutupan lahan ini membutuhkan *training data* sebagai acuan klasifikasi dan data titik validasi sebagai uji validasi. Kedua data tersebut tersebar secara acak dan merata di lokasi penelitian. *Training Data* yang digunakan berjumlah 31 titik dan untuk data titik validasi yang digunakan berjumlah 95 titik. Gambar 5 menunjukkan hasil Peta Tutupan Lahan Kecamatan Semanding beserta sebaran *Training Data* yang ditandai dengan warna titik merah dan untuk sebaran titik validasi ditandai dengan warna titik biru.

Setelah dilakukan pengolahan untuk menghasilkan klasifikasi tutupan lahan ini, selanjutnya dilakukan uji validasi atau uji ketelitian tutupan lahan dengan cara menyesuaikan tutupan lahan yang ada di citra dengan tutupan lahan di lapangan. Uji validasi ini dilakukan dengan metode *Confusion Matrix* menggunakan data lapangan (*Ground Truth*) sebanyak 95 titik sampel yang tersebar pada masing masing tipe tutupan lahan di daerah penelitian. Didapati nilai uji validasi sebesar 88.421%.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Salah satu faktor terbentuknya material tanah liat adalah tutupan lahan yang ada di atasnya. Daerah yang memiliki vegetasi lebat akan mempunyai kandungan CO₂ dalam tanah yang melimpah. Semakin besar konsentrasi CO₂ dalam air semakin tinggi tingkat daya larut air (Al Majid, 2017). Dengan adanya proses pelarutan oleh air yang berlangsung terus menerus, akan menghasilkan beraneka ragam bentukan baru pada suatu daerah. Hal ini akan menunjukkan termasuk ke dalam tingkatan mana siklus karst yang terjadi. Bentukan - bentukan khas yang terjadi salah satunya yaitu terra rossa, yaitu tanah liat berwarna merah yang terdapat di permukaan. Tanah ini biasanya dimanfaatkan oleh penduduk sekitar karst untuk berladang, dengan tanaman pengisi kacang tanah, jagung dan cabai (Nurjannah, 2013). Selain itu, berdasar pada hasil penelitian Tarigan (2019) sampel tanah yang memiliki tekstur tanah lempung berpasir, tanah lempung liat berpasir, dan tekstur liat berpasir umumnya dimanfaatkan sebagai tempat berladang seperti kebun jeruk, karet, durian, kakao, hingga sawit.

Berdasarkan parameter jenis tutupan lahan tersebut, maka untuk melakukan identifikasi wilayah yang memiliki potensi material tanah liat yakni berada pada klasifikasi tutupan lahan jenis lahan terbuka / tegalan dan semak belukar. Hasil klasifikasi tutupan lahan dari pengolahan citra satelit perlu dilakukan uji validasi. Uji validasi ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui akurasi dari hasil klasifikasi. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan metode *Confusion Matrix*. Menurut Rosandy (2016) *Confusion Matrix* merupakan suatu metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data

mining. Uji validasi ini menggunakan 95 titik sampel acak yang menyebar pada lokasi penelitian berdasar pada tiap kategori tutupan lahan. Pengambilan data lapangan (*ground truth*) untuk uji validasi ini menggunakan GPS RTK yang merekam koordinat titik sampel beserta keterangan jenis penutup lahannya. Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 22 Maret 2023. Tabel 5 menunjukkan hasil dari dilakukannya uji validasi menggunakan metode *Confusion Matrix*.

Tabel 5. Uji Validasi *Confusion Matrix*

No	Klasifikasi Supervised	Hasil Klasifikasi				Total	User Accuracy (%)
		Pemukiman	Sawah	Semak Belukar / Hutan	Lahan Terbuka / Tegalan		
1	Pemukiman	27	0	2	1	28	96.43
2	Sawah	0	4	0	2	4	100.00
3	Semak Belukar / Hutan	1	0	35	3	38	92.11
4	Lahan Terbuka / Tegalan	3	1	3	4	25	72.00
Total		31	5	39	20	95	
Producer Accuracy (%)		87.1	80.0	89.74	90.00		
Total Tutupan Lahan						84	
Overall Accuracy (%)						88.42	

Dari tabel tersebut dapat diketahui hasil melakukan uji validasi tutupan lahan, didapatkan akurasi sebesar 88.421%. Berdasar pada peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 telah menetapkan uji ketelitian untuk penutup lahan harus memiliki ketelitian $\geq 85\%$. Dengan begitu akurasi untuk tutupan lahan hasil klasifikasi citra satelit telah sesuai dan akurat.

Tabel 6. Luasan Tiap Formasi Geologi

Kelas	Formasi Geologi	Luas (ha)
1	Batu Lempung Anggota F. Kujung	897.672
2	Batu Gamping Prupuh Anggota F. Kujung	256.165
3	Batulanau Anggota F. kujung	350.059
4	Formasi Tuban	2266.711
5	Anggota Ngrayong Formasi Tuban	272.027
6	Aluvium	866.015
7	Formasi Paciran	5987.231

3.3. Peta Geologi

Peta Geologi dibuat menggunakan data Peta Formasi Geologi Lembar Tuban Jawa dalam bentuk *vector* dengan

format *shapefile* yang mencakup wilayah Kecamatan Semanding. Dari data Formasi Geologi tersebut, didapat hasil klasifikasi tiap kelas dengan besar luasannya ditunjukkan pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil klasifikasi formasi geologi tersebut, batuan yang ada dalam lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Aluvium

Aluvium merupakan satuan batuan yang berumur paling muda. Aluvium tersusun oleh pasir, lempung, lanau dan kerikil hasil dari kegiatan sungai (fluviatil) dan gelombang. Endapan fluvial terbentuk akibat aktivitas Bengawan Solo dan anak sungainya yang mengendapkan material yang terbawa pada saat banjir atau melimpah. Formasi aluvium banyak ditemui di sekitar sungai dan pesisir pantai.

2. Batu Lempung Anggota F. Kujung

Batu lempung, sebagian gampingan, dengan selingan batulanau lempungan kelabu muda, lapisan - lapisan tipis rupal kelabu sangat muda dan setempat, batu pasir gampingan berbutir halus, banyaknya dan kekerasan dari lapisan-lapisan napal bertambah di bagian atas.

3. Batugamping Prupu, Anggota Formasi Kujung

Batugamping kompak, tersemenkan dengan baik, membentuk singkapan - singkapan yang tahan, bongkah - bongkah besar tersebar di permukaan. Selingan-selingan napal dan batulempung tidak tersingkap dan hanya diketahui dari sumur - sumur dan lubang pengeboran.

4. Batulanau Anggota F. kujung

Tersusun atas batulanau, sebagian gampingan dan lempungan. Dibagian bawah lapisan - lapisan tipis batulempung berwarna kelabu kehijauan, gampingan, berlapis tipis, mengandung foraminifera besar, Pelecypoda kecil, Gastropoda dan sisa tanaman, kongkresi dolomit besian dan pirit.

5. Formasi Tuban

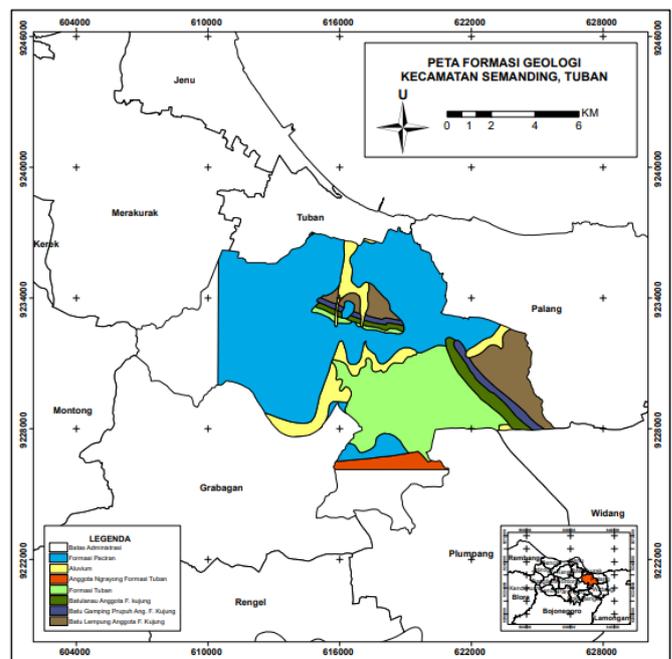
Tersusun atas batulanau, berwarna kelabu, hijau dan kelabu kekuningan dengan selingan batugamping pasiran lempungan. Beberapa wilayah mengandung kongkresi dan batulempung gampingan besian.

6. Anggota Ngrayong Formasi Tuban

Formasi Ngrayong yang tersingkap jarang mengandung fosil, pada bagian bawah terdapat pasir lempungan dan serpih yang bergradasi ke atas hingga perselingan pasir sedang-halus disisipi oleh batulempung dan lapisan batubara. Pada atas formasi mengandung batupasir kasar yang bervariasi.

7. Formasi Paciran

Batugamping, batu gamping dolomitan dan dolomit; lempungan berwarna coklat; berwarna putih, kelabu, coklat, dan kemerah - merahan; mungkin mengandung fosfat, terdapat dibagian bawah, ketebalan diperkirakan 100 sampai 750 m.



Gambar 6. Peta Geologi Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Batulempung atau material tanah liat di daerah Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban banyak ditemui pada formasi geologi Batu Lempung Anggota F. Kujung, Anggota Ngrayong Formasi Tuban, Aluvium, dan Batulanau Anggota F. kujung (Hartono & Suharsono, 1997).

3.4. Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat

Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat di Kecamatan Semanding dibuat menggunakan 3 parameter utama, yakni Peta Indeks Vegetasi, Peta Geologi, dan Peta Tutupan Lahan. Nantinya, ketiga parameter tersebut akan dilakukannya pengharkatan pada masing - masing kelas, semakin tinggi nilai harkatnya, maka akan semakin tinggi pula potensi material tanah liat di daerah tersebut. Setelah dilakukan pengharkatan pada masing - masing kelas di tiap parameter, dilakukan pembobotan tumpang tindih pada ketiga parameter menggunakan *tools Weighted Overlay*. Berikut ini merupakan tabel yang berisi hasil pembobotan dari masing - masing parameter utama untuk potensi material tanah liat (Tabel 7).

Peta Indeks Vegetasi, Peta Tutupan Lahan, dan Peta Geologi akan dilakukan pembobotan kelas pada masing - masing parameter sesuai tabel diatas. Setelahnya, dilakukan pembobotan tumpang tindih pada ketiga parameter tersebut. Peta Indeks Vegetasi mendapatkan nilai bobot sebesar 20%, untuk Peta Tutupan Lahan mendapatkan nilai bobot 30%, dan Peta Geologi mendapatkan nilai bobot 50% sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ramdhani (2018). Proses pembobotan tumpang tindih ini dilakukan dengan dibantu oleh *tools Weighted Overlay*. *Weighted Overlay* adalah

metode analisis geospasial yang digunakan untuk menggabungkan dan mengolah data geografis dengan berbagai bobot (*weight*) yang diberikan pada setiap parameter data. Dalam analisis *weighted overlay*, setiap lapisan data diberi bobot atau nilai penting yang mencerminkan kontribusinya terhadap tujuan analisis.

Tabel 7. Pengharkatan Parameter Penentuan Sebaran Potensi Material Tanah Liat (Dari Ramdhani, 2018 yang Telah Dimodifikasi)

No	Bobot Utama (%)	Parameter	Kelas	Skor
1	20	Indeks vegetasi	Lahan Tidak Bervegetasi	1
			Kehijauan Sangat Rendah	2
			Kehijauan Rendah	3
			Kehijauan Sedang	4
			Kehijauan Tinggi	5
2	30	Tutupan Lahan	Pemukiman	1
			Sawah	2
			Semak Belukar / Hutan	3
			Lahan Terbuka / tegalan	4
3	50	Formasi Geologi	Batu Gamping Prupuh Anggota F. Kujung	1
			Formasi Tuban	2
			Formasi Paciran	3
			Batulanau Anggota F. kujung	4
			Aluvium	4
			Anggota Ngrayong Formasi Tuban	5
			Batu Lempung Anggota F. Kujung	5

Setelah dilakukan pembobotan tumpang tindih, selanjutnya membagi hasil proses tersebut menjadi 5 interval kelas, yakni Potensi Sangat Rendah, Potensi Rendah, Potensi Sedang, Potensi Tinggi, dan Potensi Sangat Tinggi. Berikut ini merupakan tabel hasil pengolahan sebaran potensi material tanah liat yang berada di Kecamatan Semanding beserta luasan tiap interval kelasnya (Tabel 8).

Tabel 8. Klasifikasi Sebaran Potensi Material Tanah Liat

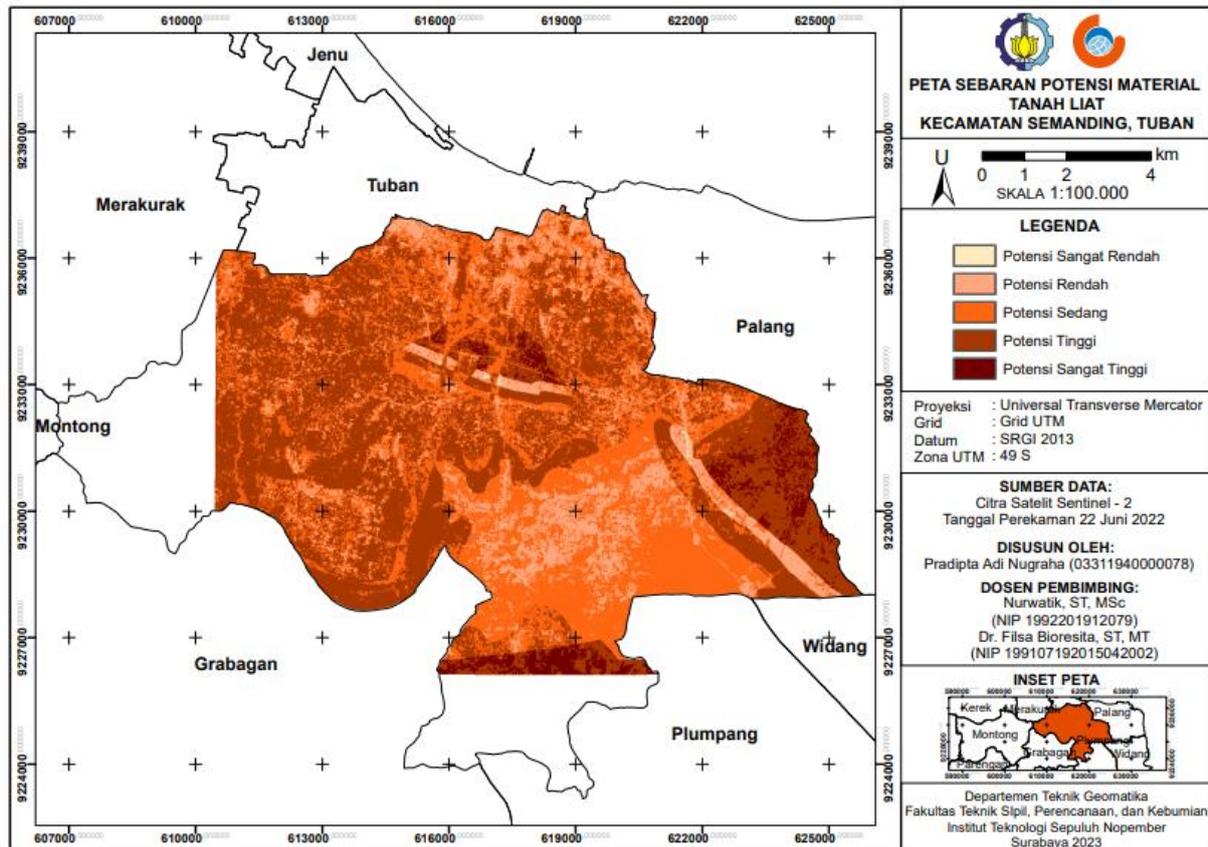
Kelas	Luas (ha)	Presentase (%)
Potensi Sangat Rendah	12.780	0.118
Potensi Rendah	1436.940	13.258
Potensi Sedang	4281.780	39.505
Potensi Tinggi	4716.880	43.520
Potensi Sangat Tinggi	390.090	3.599

Gambar 7 merupakan Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban yang telah dibuat. Dari hasil perhitungan luasan dan persentase luasan didapatkan bahwa Kecamatan Semanding didominasi oleh tingkat sebaran potensi material tanah liat tinggi dengan luas 4716.880 ha dengan presentase 43.520%.

Hasil dari Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban didapatkan bahwa potensi tanah liat didominasi oleh kategori potensi tinggi dengan luasan sebesar 4716.880 ha dan persentase 43.520%. Adapun kategori urutan kedua adalah potensi sedang dengan luasan 4281.780 ha dan persentase 39.505%. Untuk urutan ketiga adalah kategori potensi rendah dengan luasan 1436.940 ha dan persentase 13.258%. Untuk urutan keempat adalah kategori potensi sangat tinggi dengan luasan 390.090 ha dan persentase 3.599%. Serta pada urutan terakhir adalah kategori potensi sangat rendah dengan luasan 12.780 dan persentase 0.118%.

Besarnya potensi material tanah liat di Kecamatan Semanding yang tinggi dikarenakan sebaran formasi batu lempung, formasi ngrayong, aluvium, formasi batulanau. Dimana formasi tersebut memiliki banyak kandungan batulempung atau tanah liat. Faktor lainnya adalah indeks vegetasi tinggi, serta tutupan lahan jenis lahan terbuka / tegalan. Dengan tingginya potensi sebaran tanah liat di Kecamatan Semanding, membuka informasi tambahan bahwasannya Kecamatan Semanding masih memiliki potensi yang besar untuk dilakukan penambangan tanah liat sebagai bahan baku pembuatan semen.

Dengan dilakukannya pembuatan peta sebaran potensi material tanah liat ini, dapat juga diperoleh informasi terkait potensi material tanah liat yang tersebar pada desa / kelurahan di dalam wilayah penelitian. Kecamatan Semanding memiliki 15 desa dan 2 kelurahan. Berikut ini merupakan tabel terkait sebaran potensi material tanah liat yang mendominasi area desa dan kelurahan di wilayah Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban



Gambar 7. Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban

Tabel 9. Sebaran Potensi Material Tanah Liat Tiap Desa / Kelurahan

No	Desa / Kelurahan	Dominasi Potensi Material Tanah Liat	Luas (ha)
1	Desa Bejagung	Potensi Sedang	64,99
2	Desa Bektiharjo	Potensi Tinggi	1111,89
3	Desa Boto	Potensi Tinggi	78,1
4	Kelurahan Gedongombo	Potensi Sedang	344,46
5	Desa Genaharjo	Potensi Sedang	518,97
6	Desa Gesing	Potensi Tinggi	602,2
7	Desa Jadi	Potensi Tinggi	642,07
8	Kelurahan Karang	Potensi Sedang	74,57
9	Desa Kowang	Potensi Sedang	280,52
10	Desa Ngino	Potensi Sedang	229,94
11	Desa Penambangan	Potensi Tinggi	254,14
12	Desa Prunggahan Kulon	Potensi Tinggi	545,72
13	Desa Prunggahan Wetan	Potensi Sedang	68,18
14	Desa Sambongrejo	Potensi Sedang	461,44
15	Desa Semanding	Potensi Tinggi	114,91
16	Desa Tegalagung	Potensi Tinggi	186,65
17	Desa Tunah	Potensi Tinggi	265,36

Dapat dilihat pada tabel tersebut, mayoritas desa / kelurahan yang berada di wilayah Kecamatan Semanding didominasi oleh sebaran potensi material tanah liat dengan kategori tinggi. Terdapat 9 desa / kelurahan yang memiliki potensi tinggi, sedangkan 8 desa / kelurahan sisanya

memiliki dominasi sebaran potensi material tanah liat kategori sedang.

Setelah didapatkan informasi mengenai sebaran potensi material tanah liat di Kecamatan Semanding, dilakukan validasi dengan metode wawancara pada salah satu warga

di Desa Prunggahan Kulon yang merupakan salah satu desa dengan potensi yang tinggi. Menurut narasumber, pada Desa Prunggahan Kulon memang dipenuhi dengan lapisan tanah yang memiliki banyak kandungan Tanah Liat. Pada awalnya lahan – lahan yang banyak memiliki kandungan tanah liat ini banyak ditumbuhi oleh pohon – pohon besar seperti jati, siwalan / lontar, durian, serta jenis kelapa. Lahan tersebut juga sering ditumbuhi semak belukar. Seiring dengan berjalannya waktu, terjadi pembukaan lahan untuk keperluan berkebun dan bertani. Lahan tersebut sering dimanfaatkan sebagai lahan untuk menanam bawang, kacang – kacang, cabai, hingga padi. Beberapa lahan juga dikeruk untuk dimanfaatkan material tanah liatnya sebagai bahan pembuatan gerabah dan ampo (makanan khas Tuban yang berasal dari tanah liat).

4. Kesimpulan

Mayoritas desa / kelurahan yang berada di wilayah Kecamatan Semanding didominasi oleh sebaran potensi material tanah liat dengan kategori tinggi. Terdapat 9 desa dan kelurahan yang memiliki potensi tinggi. Desa dan kelurahan tersebut adalah Desa Bektiharjo, Desa Boto, Desa Gesing, Desa Jadi, Desa Penambangan, Desa Prunggahan Kulon, Desa Semanding, Desa Tegalagung, dan Desa Tunah. Sedangkan 8 desa dan kelurahan sisanya memiliki dominasi sebaran potensi material tanah liat kategori sedang. Desa dan kelurahan tersebut adalah Desa Bejagung, Kelurahan Gedongombo, Desa Genaharjo, Kelurahan Karang, Desa Kowang, Desa Ngino, Desa Prunggahan Wetan, dan Desa Sambongrejo.

Secara keseluruhan, dari hasil Peta Sebaran Potensi Material Tanah Liat di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban didapatkan bahwa potensi tanah liat didominasi oleh kategori potensi tinggi dengan luasan sebesar 4716.880 ha dan persentase 43.520%. Adapun kategori urutan kedua adalah potensi sedang dengan luasan 4281.780 ha dan persentase 39.505%. Untuk urutan ketiga adalah kategori potensi rendah dengan luasan 1436.940 ha dan persentase 13.258%. Untuk urutan keempat adalah kategori potensi sangat tinggi dengan luasan 390.090 ha dan persentase 3.599%. Serta pada urutan terakhir adalah kategori potensi sangat rendah dengan luasan 12.780 ha dan persentase 0.118%. Kecamatan Semanding memiliki cadangan tanah liat yang besar dan potensi untuk dikembangkan yang tinggi, serta penggunaan teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk keperluan eksplorasi potensi wilayah tambang khususnya material tanah liat.

5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

6. Referensi

- Agency, E. S. (2017). *Sentinels High Level Operations Plan*. Copernicus Space Component Mission Management Team, Frascati: 75 hlm.
- Al Majid, D. (2017). *Pemetaan Potensi Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Tuban*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). *Klasifikasi Penggunaan Lahan SNI 7645:2010*. Jakarta.
- Darwis. (2018). *Dasar - Dasar Mekanika Tanah*. Pena Indis.
- D. Bheda, A. Prof, M. Joshi, and V. Agrawal. (2014). *A Study on Features Extraction Techniques for Image Mosaicing*. Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng., pp. 3432–3437.
- Hartono dan Suharsono. (1997). *Peta Geologi lembar Tuban, Jawa Timur*. Bandung.
- Jaya INS. (2014). *Analisis Citra Digital Prespektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Institut Pertanian Bogor.
- Mudassir, R. (2021). *Harga Batu Bara Meningkat, Penerimaan Negara dari Pertambangan Sudah Lewati Target*. Pada URL: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20210906/44/1438633/harga-batu-bara-meningkat-penerimaan-negara-dari-pertambangan-sudah-lewati-target>.
- Nurjannah. (2013). *Pemodelan Estimasi Potensi Tambang Batu Kapur Dari Hasil Analisa Data Citra Satelit Landsat 7 ETM+ (Studi Kasus: Tambang Batu Kapur PT. Semen Gresik Persero Tbk. Pabrik Tuban)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oktaviani, N., & Kusuma, H. A. (2017). *Pengenalan Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Pemetaan Kelautan*. OSEANA, XLII, 3, 40–55.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.12/Menhut-II/2012.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15. (2014). *Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Ramdhani. (2018). *Pemetaan Potensi Dan Kualitas Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rosandy, T. (2016). *Perbandingan Metode Naïve Bayes Classifier dengan Metode Decision Tree (c4.5) untuk menganalisa Kelancaran Pembiayaan (study kasus: kspps/bmt al-fadhila)*. Jurnal TIM Darmajaya. ISSN: 2442-5567 Vol. 2 No. 1, pp. 52-62.
- Santosa, P. B. (2016). Evaluation of satellite image correction methods caused by differential terrain illumination. *Jurnal Forum Geografi*. Vol. 30, No. 1 (2016). <https://doi.org/10.23917/forgeo.v30i1.1768>
- Shetty. (2000). *Concrete Technology*. S. Chand & Company Ltd.

- Sihotang, D. M. 2016. *Metode Skoring dan Metode Fuzzy dalam Penentuan Zona Resiko Malaria di Pulau Flores*. Universitas Nusa Cendana.
- Sugiyono. (2007). *Metodologi Penelitian Bisnis*. PT. Gramedia.
- Tarigan, E. (2019). *Kajian Tekstur, C-Organik, dan pH Tanah Ultisol pada Beberapa Vegetasi di Desa Gunung Datas Kecamatan Raya Kahean (Study Kasus: Lahan Agak Kritis di Wilayah Sub DAS Bah Sumbu)*. Universitas Sumatra Utara.