



Efektivitas Deteksi Warna Tanah Secara Cepat Dengan Software Berbasis Android

Effectiveness of Soil Colour Fast Detection with Android-Based Software

Sugeng Winarso^{*1}, Sheila Natasya Anindia Putri¹, Azza Putra Kusuma²

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: winarsosugeng@unej.ac.id

Abstrak. Praktik-praktik pertanian intensif saat ini banyak berakibat pada menurunnya status kesuburan tanah. Salah satunya adalah banyak lahan pertanian mempunyai faktor pembatas kadar bahan organik tanah rendah hingga sangat rendah. Pengukuran kadar bahan organik tanah membutuhkan waktu yang lama, mahal, dan tidak tersedia di semua laboratorium sehingga banyak perkembangan ilmu pengetahuan belum terimplemetasikan di lapangan. Penelitian bertujuan untuk mengukur efektivitas penentuan warna tanah berbasis andorid terhadap warna tanah. Warna tanah didasarkan pada warna yang ada dalam Munsell Soil Color Chart. Penelitian dilakukan di Kota Bogor, Jember, dan Bondowoso serta di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Universitas Jember. Penelitian dilakukan dengan metode survey lapang dan pengamatan warna tanah di laboratorium dengan sampel tanah kering angin dan lembab dengan jarak pemotretan dengan tanah 20 cm, 25 cm, dan 30 cm dengan alat bantu photo box. Fokus penelitian ini pada nilai value dan chroma. Penggunaan andorid untuk menentukan warna tanah mudah dan cepat namun berdasarkan evaluasi efektivitasnya masih kurang efektif yaitu nilai tertinggi pada faktor tunggal value tanah kondisi kering angin dan jarak pemotretan 20 cm sebesar 57,89% dan chroma tanah lembab jarak pemotretan 30 cm sebesar 52,63%. Oleh karena itu sebelum software ini digunakan secara luas perlu perbaikan untuk meningkatkan nilai efektivitasnya. Saran untuk meningkatkannya adalah sampling tanah yang akan diuji disiapkan dalam kotak dengan luasan sesuai dengan fokus pengambilan gambar dan ketebalan yang telah ditetapkan untuk mendapatkan warna tanah homogen.

Kata kunci: Android, bahan organik, kesuburan tanah, warna tanah

Abstract. Intensive agricultural practises result in a decrease in soil fertility status, so agricultural land has a limiting factor of low levels of organic matter. The measurement of soil organic matter levels takes a long time, is expensive, and is not available in all laboratories. The study aimed to measure the effectiveness of Android-based soil colour determination against soil colour in the Munsell Soil Colour Chart. The research was conducted in the cities of Bogor, Jember, and Bondowoso, as well as in the Laboratory of Soil Chemistry and Fertility of the Soil Science Study Programme of the Faculty of Agriculture, the University of Jember, in May 2021. The study was conducted by field survey method and soil colour observation in the laboratory with dry soil samples of wind and moisture with a shooting distance of 20 cm, 25 cm, and 30 cm with photo box tools. The focus of this research is on value and chroma. The use of Android to determine the colour of the soil is easy and fast, but based on the evaluation of its effectiveness, it is still less effective, namely the highest value on a single factor of soil value in dry wind conditions and shooting distance of 20 cm by 57.89% and Chroma moist soil shooting distance of 30 cm by

52.63%. Therefore, before this software is widely used, it needs to increase its effectiveness by focusing more on the shooting results to get homogeneous ground colour images.

Keywords: Android, organic matter, soil color, soil fertility

1. Pendahuluan

Luas lahan pertanian tahun dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Berdasarkan informasi terakhir menunjukkan bahwa luas lahan pertanian terbesar adalah Provinsi Jawa Timur dengan luas 1.214.909 ha dan Jawa Barat dengan luas 928.218 ha (Badan Pusat Statistik, 2020c). Penurunan luas lahan pertanian ini diikuti oleh jumlah pekerja bebas di bidang pertanian tahun 2020 sebagian besar merupakan pekerja dengan pendidikan Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama (Badan Pusat Statistik, 2020a). Seiring berjalannya waktu lahan pertanian semakin sempit tapi kebutuhan produk pertanian semakin meningkat sehingga terjadi pemaksaan dalam pengelolaan lahan atau sering dikatakan sangat intensif. Pengelolaan lahan dan input pupuk anorganik yang berlebihan banyak menyebabkan penurunan kesuburan atau kualitas tanah serta kurang menjamin pada aspek keberlanjutan (Rodriguez, 2011; Sofu *et al.*, 2021). Selain itu, kandungan unsur hara dalam tanah yang menurun berakibat pada hasil produksi dan kesehatan tanah (Winarso *et al.*, 2022). Tindakan pencegahan maupun perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui status kesuburan tanah. Akan tetapi analisis penentuan status kesuburan tanah mahal karena masih didasarkan pada hasil analisis kimia tanah di laboratorium. Salah satu cara untuk penilaian status kesuburan tanah adalah dengan pengamatan warna tanah secara langsung atau *visual*. Kelompok riset *Soil Biodiversity and Fertility* Universitas Jember mengembangkan alat teknologi tepat guna atau *software* untuk menilai warna tanah berbasis android. Hasil pengukuran warna tanah ini selanjutnya dibandingkan dengan warna tanah yang umumnya dipakai ahli-ahli ilmu tanah yaitu buku *Munsell Soil Color Chart*.

Buku *Munsell Soil Color Chart* masih awam bagi masyarakat luas sehingga menyulitkan untuk memperkirakan kesuburan tanah secara *visual*. Warna tanah yang terdapat pada *Munsell Soil Color Chart* sangat banyak dan bervariasi sehingga menjadi faktor pembatas indera penglihatan manusia yang akhirnya menyebabkan tidak akurat dalam menentukan warna tanah (Nodi *et al.*, 2023; Astiningrum *et al.*, 2019). Dalam hubungannya ini Solís *et al.* (2022) telah membuat model untuk mengubah RGB ke HVC dengan hasilnya menjanjikan, akan tetapi masih perlu diuji dengan gambar nyata tanah yang berbeda. Lebih lanjut dijelaskan oleh Tobiszewski and Vakh (2023) dalam artikelnya menjelaskan bahwa pemahaman tentang penggunaan smartphone untuk analisis kimia sampel tanah akan berkembang pesat.

Di sisi lain *handphone* merupakan alat komunikasi yang sudah digunakan masyarakat sebanyak 96,95% penduduk berusia di atas 5 tahun. Usia terbanyak yang mengakses internet adalah penduduk usia 25-49 tahun sebanyak 48,33% (Badan Pusat Statistik, 2020b). Hasil

penelitian [Pegalajar et al. \(2023\)](#) terhadap pengujian variabel rona dan kroma dengan menggunakan tiga kamera umum yang berbeda (satu kamera digital dan dua ponsel) menunjukkan peningkatan sebesar 20% dalam akurasi klasifikasi menggunakan kualitas terendah kamera dan akurasi rata-rata lebih dari 90%. Oleh karena itu, pengembangan *software* berbasis android untuk pengukuran status kesuburan tanah secara cepat dan mudah berdasarkan warna tanah sangat penting dan prospektif. Tiga aspek penting dalam penentuan warna tanah berdasarkan Munsell Soil Color Chart antara lain *hue*, *value*, dan *chroma*. Pada Munsell Soil Color Chart terdapat lebih dari 400 *chip* untuk menentukan warna tanah yang keseluruhan *chip*-nya terdiri dari *hue*, *value*, dan *chroma* serta saling berhubungan satu sama. Pada Munsell Soil Color Chart mulai dari depan ke belakang didominasi oleh *hue* dengan urutan merah-kuning, *value* dari atas ke bawah semakin gelap warnanya atau *value* semakin kecil, dan *chroma* dari kanan ke kiri berubah dari gelap hingga abu-abu ([Fiantis, 2017](#)).

Warna yang paling mendekati persepsi warna menurut mata manusia adalah warna HSV (*Hue*, *Saturation (Chroma)*, dan *Value*) ([Latifah et al., 2020](#)). Penamaan warna tanah ditulis bersama dengan notasi warna Munsell karena nama warna pada Munsell menyampaikan gambaran visual tentang warna tanah sedangkan notasi Munsell memberikan gambaran yang lebih tepat tentang warna suatu tanah ([Clifton & Brown, 1978](#)). Secara umum warna tanah dipengaruhi oleh bahan organik dan kandungan besi dalam tanah. Bahan organik memiliki peranan erat dalam menghasilkan warna pada suatu tanah selain bahan induk tanah yang juga berpengaruh terhadap warna tanah yang dihasilkan.

Menurut [Kome et al. \(2021\)](#) menyatakan bahwa C-organik tanah memiliki korelasi yang signifikan dengan komponen Munsell Soil Color Chart karena menjelaskan antara 40-57% keragaman C-organiknya. Semakin tinggi bahan organik maka tanah akan berwarna semakin hitam namun juga dipengaruhi oleh bahan induk yang membentuknya. Tanah yang semakin gelap berarti tanah tersebut memiliki produktivitas yang tinggi dengan urutan putih, kuning, kelabu, merah, cokelat-keklabuan, cokelat kekaratan, cokelat, dan hitam. Kandungan besi dalam tanah anaerobik tetap dalam keadaan tereduksi sehingga memberikan warna biru abu-abu ([Insights, 2020](#)).

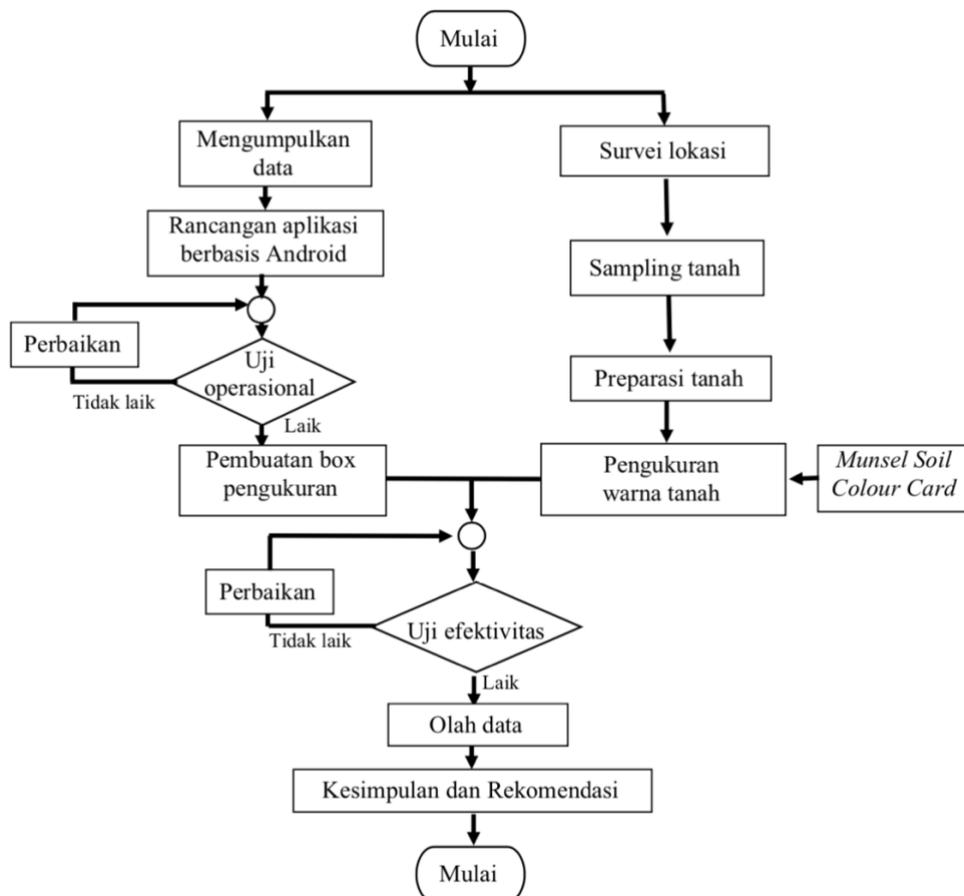
Faktor yang mempengaruhi warna tanah selain kandungan bahan organik dan bahan induk salah satunya adalah kelembaban tanah. Semakin basah atau lembab tanah maka terlihat semakin gelap dibandingkan dengan tanah dalam keadaan kering. Hal tersebut dikarenakan terkait dengan pembiasan cahaya antara komponen padatan tanah dan udara ([Hanafiah, 2014](#)). [Puspawati and Haryono \(2018\)](#) menyatakan bahwa iklim pada suatu tempat mempengaruhi warna tanah. Drainase juga berhubungan erat dengan warna tanah seperti tanah yang aerobik pada tanah tegalan memiliki

warna yang coklat, sedangkan warna tanah yang anaerobik pada tanah sawah memiliki warna tanah abu-abu atau biru abu-abu. Pada tanah kondisi reaksi kimia tanah reduksi oksidasi memiliki peranan penting pada warna tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur efektivitas penentuan warna tanah berbasis andorid terhadap warna tanah dalam *Munsell Soil Color Chart*. Warna tanah dalam buku ini telah lama dan banyak digunakan oleh ahli-ahli ilmu tanah khususnya dalam menetapkan karakteristik tanah seperti reaksi kimia, perkembangan, dan tingkat kesuburan tanah.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada lahan-lahan pertanian di sekitar Kota Bogor, Jember, dan Bondowoso untuk mendapatkan gambaran keragaman karakteristik tanah yang luas serta analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Universitas Jember. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu dengan survey lapang dengan teknik *purposive random sampling* pada setiap penggunaan lahan dan sampling tanah. Kegiatan ini selanjutnya diteruskan dengan pengukuran warna tanah di laboratorium baik tanah dalam kondisi kering angin dan lembab. Sampel tanah yang didapatkan dari seluruh wilayah adalah sebanyak 117 sampel. Dari sejumlah sampel ini dievaluasi dan diseleksi untuk menghindari kesamaan karakteristik hingga menjadi 19 sampel tanah. Alur kegiatan penelitian secara lengkap disajikan dalam [Gambar 1](#).



Gambar 1. Alur Kegiatan Penelitian

2.1. Pengambilan Sampel Tanah

Tahap pertama yaitu survei lapang untuk pengambilan sampel tanah dengan kriteria kedalaman 0-20 cm (*top soil*), tanah terganggu, dan secara komposit pada penggunaan lahan tersebut. Identifikasi karakteristik tanah atau lahan dilakukan dengan mencatat warna tanah berdasarkan *Munsell Soil Color Chart*, lokasi tempat dengan GPS, ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan. Penentuan warna tanah dengan *Munsell Soil Color Chart* dilakukan pada saat hari menuju siang dan siang menuju sore dikarenakan identifikasi warna tanah pada pagi hari dan sore hari harus dihindari untuk mendapat keakuratan yang tinggi. Selain itu identifikasi warna tanah dilakukan di bawah naungan atau terhindar dari sinar matahari langsung (Turk & Young, 2019). Hasil identifikasi di lapangan dipilah dengan kriteria warna tanah dengan *hue*, *value*, dan *chroma* yang berbeda sehingga didapatkan 19 sampel tanah yang berbeda dari 117 keseluruhan sampel.

2.2. Pengamatan Warna Tanah Menggunakan Munsell Soil Color Chart

Pengamatan warna tanah dilakukan secara manual dengan menggunakan buku *Munsell Soil Color Chart* yang telah banyak diperdagangkan untuk mendapatkan nilai *hue*, *value*, dan *chroma*. Kegiatan ini dilakukan pada hari dan pencahayaan yang sama yaitu menuju siang dan siang menuju sore untuk mendapatkan cahaya yang maksimal. Penelitian ini difokuskan pada komponen warna tanah *value* dan *chroma* saja karena jumlah *hue* yang didapatkan hanya ada 4 sehingga untuk menghindari bias akibat sampel sedikit jumlahnya (n=19) maka komponen *hue* tidak dilakukan analisis data. Penentuan warna tanah baik secara kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan *Munsell Soil Color Chart* telah dilakukan banyak ahli-ahli pertanian baik secara nasional maupun internasional sehingga sudah sangat populer. Dalam pengukuran ini ada 3 kriteria dasar, yaitu: 1) *Hue* yang didefinisikan sebagai panjang gelombang dominan (*yellow* (Y), *red* (R), dan *yellow red* (YR)) (Chusyairi, 2019), 2) *Value* yang didefinisikan sebagai gelap terangnya warna sesuai dengan cahaya yang dipantulkan, dan 3) *Chroma* yang didefinisikan sebagai tingkat kemurnian suatu spektrum warna dari kelabu atau putih netral ke warna lainnya (Priandana *et al.*, 2014).

2.3. Analisis Menggunakan Android

Tahapan kedua yaitu pengukuran warna tanah di laboratorium dengan menggunakan aplikasi android. Aplikasi yang digunakan atau yang dibuat diberi nama *W_{az}* yang dapat dijalankan dengan spesifikasi minimal Android 5.0 Lollipop (API level 21) namun lebih direkomendasikan menggunakan android 10 (API level 29) ke atas. Aplikasi ini telah didaftarkan ke Kementerian Hukum dan HAM pada 2021 sebagai Hak Kekayaan Intelektual dengan nomor EC00202123560. Saat penelitian *device* yang digunakan yaitu OPPO A7 dengan android 8.1 Oreo dan kamera 13+2 MP. Kriteria yang digunakan saat analisis ini yaitu tanah dalam keadaan kering angin dan kapasitas

lapang (lembab) dengan cahaya yang sama dari *flash handphone* mode cahaya pengisi untuk menghindari *stroke* cahaya, dan dilakukan di hari yang sama menggunakan alat bantu *photo box* (Gambar 2).



Gambar 2. Model *Photo Box* Bagian Samping (Kiri), Bagian Depan (Tengah), dan Bagian Atas (Kiri)

Fungsi *photo box* adalah untuk memberikan keadaan yang sama pada sampel tanah yang diuji. Spesifikasi *photo box* yang digunakan adalah terbuat dari kayu *triplex* sehingga tidak tembus cahaya, permukaan samping bagian dalam dilapisi kertas berwarna hitam untuk menghindari pembiasan cahaya yang berlebihan, selain itu alat ini dilengkapi rak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm yang berfungsi untuk mengetahui jarak yang paling sesuai dengan penggunaan buku *Munsell Soil Color Chart*. Kaca yang digunakan sebagai tatakan HP android adalah kaca *extra-clear-glass* yang dapat memberikan efek transparan yang maksimum berasal dari pemurnian oksida besi (Dutton & Rice, 1995).

Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah kering angin yang diayak dengan ayakan 2 mm dengan tujuan agar tidak terjadi pembiasan cahaya yang berlebihan dari permukaan tanah. Pemotretan menggunakan aplikasi W_{az} (Gambar 3) dilakukan dengan meletakkan sampel tanah pada rak yang tersedia pada *photo box* dengan wilayah pemotretan berukuran 10 cm × 10 cm agar saat *cropping* memiliki jarak dan ukuran yang sama. Hasil analisis kemudian disimpan dengan cara “*save data*” sehingga data dapat dilihat dan ditinjau kembali. Untuk melihat kembali hasil pemotretan terdapat pada fitur aplikasi android (W_{az}) ini yaitu pada fitur “*history page*” seperti berikut.

2.4. Pengukuran Efektivitas

Efektivitas diukur dengan membandingkan hasil analisis *value* dan *chroma* antara buku *Munsell Soil Color Chart* dengan aplikasi W_{az} . Untuk mengukur kesesuaian antara penggunaan *Munsell Soil Color Chart* dengan penggunaan android (W_{az}) menggunakan Rumus (1) (Raulino et al., 2021)

$$\text{Kesesuaian (\%)} = \frac{n-d}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

n = jumlah data pada masing-masing komponen warna tanah (*value* dan *chroma*)

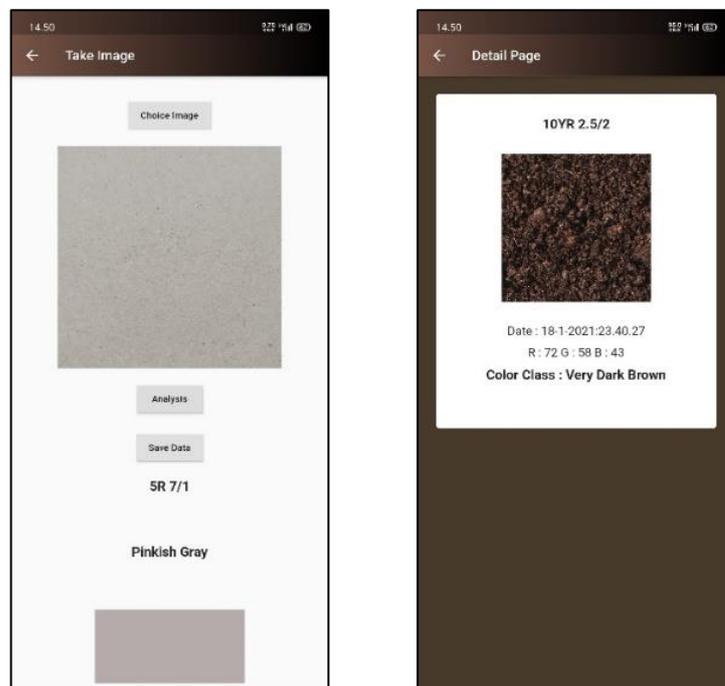
d = jumlah data yang berbeda antara buku *Munsell Soil Color Chart* dengan android (W_{az})

Efektivitas aplikasi android (W_{az}) berdasarkan buku *Munsell Soil Color Chart* dapat diukur dan dilihat menurut kriteria efektivitas sesuai [Tabel 1](#) berikut (dikembangkan dari [Bandura \(1997\)](#)).

Tabel 1. Standar Ukuran Efektivitas

Rasio Efektivitas	Tingkat Capaian
0 – 40	Sangat Tidak Efektif
40 – 59,99	Kurang Efektif
60 – 79,99	Cukup Efektif
80 – 100	Sangat Efektif

Sumber: dikembangkan dari [Bandura \(1997\)](#)



Gambar 3. Tampilan Hasil Analisis Setelah Pemotretan Menggunakan Aplikasi W_{az} (Kiri) dan Tampilan Halaman *Detail History Page*

2.5. Uji t

Uji t digunakan untuk mengetahui perbedaan antara dua variabel. t hitung didapatkan dari koefisien korelasi sedangkan untuk t tabel didapat dari tabel distribusi t pada taraf 95% two-tailed. t tabel dilihat pada derajat bebas $df = N-2$. Berikut merupakan rumus uji t (2) ([Roflin & Zulvia, 2021](#)).

$$t_{hitung} = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r^2}} \tag{2}$$

Dasar pengambilan keputusan yaitu sebagai berikut:

- $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka terdapat perbedaan secara nyata atau signifikan antar variabel yang dibandingkan
- $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka tidak terdapat perbedaan secara nyata atau signifikan antar variabel yang dibandingkan

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian keragaman yang dihasilkan dari penelitian tergolong masih tinggi dikarenakan setiap orang memiliki kepekaan yang berbeda dalam melihat warna tanah. Tingginya keragaman tersebut dikarenakan berbagai macam faktor yaitu iklim yang berbeda, topografi, tekstur tanah, serta penggunaan lahan yang berbeda. Iklim pada setiap daerah berbeda sehingga berpengaruh terhadap siklus dekomposisi bahan organik (Conant *et al.*, 2011). Tekstur tanah secara tidak langsung berpengaruh terhadap kandungan bahan organik karena bahan organik lebih banyak pada tekstur *clay* (Villa *et al.*, 2021). Penggunaan lahan dalam hal ini adalah jenis vegetasi yang ditanam serta pengolahan lahan yang dilakukan, semakin sering lahan diolah dan seresah tanaman dibuang atau dibakar maka semakin sedikit pula kandungan C-organik dalam tanah (Ahmed *et al.*, 2022). Secara tidak langsung hal tersebut menyebabkan tanah menjadi berubah warna.

Pengamatan antara sampel tanah kering angin dan sampel tanah lembab memiliki perbedaan dalam hal warnanya karena warna tanah sampel tanah kering angin lebih terang daripada sampel tanah lembab. Sampel tanah kering angin yang memiliki warna lebih terang menunjukkan penurunan kandungan bahan organik secara nyata sehingga sifat kimia tanah menurun (Wiharso *et al.*, 2021). Antara pembacaan warna tanah dari buku *Munsell Soil Color Chart* dengan android (W_{az}) tidak berbeda jauh pada sampel tanah kering angin. Semakin gelap warna tanah maka cahaya yang datang dan dipantulkan semakin sedikit karena benda putih memiliki daya pantul 80-90% dan benda hitam memiliki daya pantul 10% (Panjaitan & Pangestu, 2018).

Bahan induk tanah dalam hal ini mineral tanah juga memiliki peranan penting dalam menghasilkan suatu warna tanah seperti mineral *goethit* dan *hematit* menunjukkan warna merah pada tanah (Prasetyo, 2009). Sampel tanah yang memiliki warna kemerahan adalah sampel tanah yang diambil dari daerah Kota Bogor dan Bondowoso. Wilayah Bogor memiliki sampel tanah berwarna kemerahan disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan jenis mineral tanahnya. Curah hujan yang tinggi berpengaruh pada nilai pH dan kandungan C-organiknya karena secara umum curah hujan yang tinggi mempengaruhi tingkat pelapukannya sehingga kandungan C-organik kecil.

Wilayah Jember memiliki tanah yang berwarna cenderung coklat kekuningan sedangkan wilayah Kota Bogor dan Bondowoso yang memiliki warna cenderung kemerahan. Perbedaan warna tanah tersebut dapat dikarenakan pada tanah yang baru berkembang mudah terlihat

pengaruh dari bahan induknya (Herdiansyah *et al.*, 2020). Curah hujan pada wilayah Jember lebih sedikit daripada wilayah Kota Bogor sehingga secara tidak langsung mempengaruhi warna tanah di wilayah Jember. Selain itu perkembangan dan pertumbuhan tanaman juga secara tidak langsung mempengaruhi kelembaban tanah dengan kata lain tanaman secara tidak langsung mempengaruhi kelembaban sehingga berpengaruh terhadap warna tanah (Karyati *et al.*, 2018).

Perbedaan cahaya yang masuk menyebabkan perbedaan dalam menentukan warna tanah karena spektrum cahaya berbeda-beda sesuai dengan panjang gelombang yang dihasilkan oleh cahaya. Oleh karenanya pengamatan warna tanah yang baik adalah tidak pada waktu pagi dan sore hari. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor salah satunya adalah kondisi cahaya karena warna merupakan visual yang dihasilkan oleh cahaya (Al-Naji *et al.*, 2021) dan kepekaan mata serta kamera yang digunakan. Hasil kesesuaian pada pengamatan menggunakan buku *Munsell Soil Color Chart* dengan android (W_{az}) adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Kesesuaian Penggunaan Munsell Soil Color Chart dengan Android (W_{az})

Variabel Pengamatan		Value (%)		Chroma (%)	
Keadaan	Jarak	Kesesuaian	Kriteria	Kesesuaian	Kriteria
Kering	20 cm	57,89	Kurang Efektif	15,79	Sangat Tidak Efektif
	Angin	25 cm	47,37	26,32	Sangat Tidak Efektif
Lembab	30 cm	42,11	Kurang Efektif	42,11	Kurang Efektif
	20 cm	42,11	Kurang Efektif	31,58	Sangat Tidak Efektif
	25 cm	47,37	Kurang Efektif	47,37	Kurang Efektif
	30 cm	26,32	Sangat Tidak Efektif	52,63	Kurang Efektif

Sumber: Data primer yang diolah

Berdasarkan Tabel 2 kesesuaian penggunaan buku *Munsell Soil Color Chart* dengan android (W_{az}) baik komponen warna tanah *value* maupun *chroma* memiliki nilai di atas 15%. Kesesuaian ini dihitung dengan mengurangi keseluruhan sampel yang dianalisis dengan komponen yang tidak sama (sesuai) pada masing-masing *value* dan *chroma* kemudian dibagi dengan jumlah keseluruhan sampel dan dikalikan dengan 100%. *Value* yang dianalisis dalam keadaan tanah kering angin memiliki kesesuaian tertinggi yaitu 57,89% pada jarak 20 cm sedangkan pada *chroma* memiliki kesesuaian tertinggi yaitu pada keadaan lembap jarak 30 cm sebesar 52,63%.

Secara keseluruhan kriteria keefektifan berdasarkan Depdagri tahun 1991 pada komponen *value* memiliki kriteria kurang efektif dan sangat tidak efektif. Kriteria kurang efektif sampel tanah kering angin seluruh jarak dan sampel tanah lembap jarak 20 cm dan 25 cm sedangkan sangat tidak efektif pada keadaan sampel tanah lembap jarak 30 cm. Nilai *chroma* sangat tidak efektif pada sampel tanah kering angin jarak 20 cm dan 25 cm dan pada sampel tanah lembap jarak 20 cm sedangkan kurang efektif pada sampel tanah kering angin jarak 30 cm dan sampel tanah lembap jarak 25 cm dan 30 cm. Hasil yang sama juga didapat oleh Nodi *et al.* (2023) dalam mempelajari berbagai model warna khususnya hubungan intensitas warna dengan gambar yang diambil oleh

Nix Pro dan smartphone. Hasil penelitiannya apabila tanpa penyesuaian apapun, akurasi penentuan warna tanah hanya 9% dan metode yang diusulkan sekitar 74%. Sebaliknya hasil penelitian [Zani et al. \(2021\)](#) yang bertujuan merancang dan mengembangkan analisis status makronutrien dan pH dalam tanah mendapatkan hasil dengan akurasi tinggi atau tingkat kesalahan kecil 1,66%. Nilai *value* yang lebih tinggi efektivitasnya daripada nilai *chroma* karena pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa komponen *value* yang lebih berhubungan dengan kesuburan tanah dalam hal ini adalah kandungan C-organik tanah. Sampel tanah kering angin memiliki kelembapan yang lebih rendah daripada sampel tanah lembap sehingga dalam pengamatan warna tanah berbeda antara keduanya. Pantulan cahaya pada tanah yang lebih terang lebih tinggi daripada pantulan cahaya pada tanah yang gelap. Berdasarkan hal tersebut tanah kering angin dan tanah lembap lebih merepresentasikan nilai *value* dan tanah lembap lebih merepresentasikan nilai *chroma*.

Berdasarkan evaluasi efektivitasnya, hasil yang kurang efektif dan sangat tidak efektif dapat disebabkan oleh kekurangan yang terdapat pada aplikasi android (W_{az}) yaitu kamera yang membaca keseluruhan gambar yang diambil (*dicrop*) sehingga jika terdapat bayangan maka terbaca oleh sistem selain itu ukuran gambar yang terlalu besar maupun OS yang digunakan bukan OS yang terbaru dapat mempengaruhi kecepatan analisisnya. Selain itu pembacaan menggunakan buku *Munsell Soil Color Chart* yang dilakukan hanya oleh satu orang saja sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat kesalahan pada indera penglihatan manusia. Penggunaan aplikasi android (W_{az}) berpengaruh terhadap kesesuaian yang diukur karena berdasarkan [Raulino et al. \(2021\)](#) penggunaan aplikasi dan *device* lain yang dilakukan memiliki kesesuaian rata-rata antara penggunaan *smartphone* dan *Munsell Soil Color Chart* 11-30% untuk komponen *value* dan 41-64% untuk komponen *chroma*.

Selain analisis kesesuaian juga diperlukan analisis t-hitung yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan warna tanah dalam hal ini adalah nilai *chroma* dan nilai *value* pada penggunaan buku *Munsell Soil Color Chart* dengan penggunaan android (W_{az}). Parameter yang diamati adalah sampel tanah kering angin dan sampel tanah lembap. Hasil analisis *t-test* nilai *value* tersebut dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Hasil Analisis t-Hitung Penggunaan *Munsell Soil Color Chart* dan Andorid (W_{az}) Berdasarkan Nilai *Value*

No	Variabel Pengamatan	t - Tabel	t - Hitung	
			Kering Angin	Lembab
1.	Jarak 20 cm	2,1009	-3,618 ^{*)}	-4,729 ^{*)}
2.	Jarak 25 cm	2,1009	-4,472 ^{*)}	-4,324 ^{*)}
3.	Jarak 30 cm	2,1009	-3,375 ^{*)}	-6,245 ^{*)}

Sumber: Data primer yang diolah

^{*)} berbeda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan [Tabel 3](#) hasil analisis t-hitung *value* sampel tanah kering angin antara Munsell Soil Color Chart dengan pengamatan android jarak 20 cm memiliki t-hitung sebesar -3,618 sedangkan t-tabel sebesar 2,1009 sehingga t-hitung > t-tabel. Jarak 25 cm memiliki t-hitung > t-tabel dengan t hitung sebesar -4,472 dan pada jarak 30 cm memiliki t-hitung sebesar -3,375 sehingga t-hitung > t-tabel. Nilai sig pada semua variabel pengamatan memiliki nilai < 0,05 sehingga memiliki pengaruh yang nyata. Nilai t-hitung > t-tabel mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara kedua variabel yang diamati. Hasil analisis t-hitung berdasarkan nilai *chroma* dapat dilihat pada [Tabel 4](#).

Tabel 4. Hasil Analisis t-Hitung Penggunaan *Munsell Soil Color Chart* dan Andorid (W_{az}) Berdasarkan Nilai *Chroma*

No	Variabel Pengamatan	t - Tabel	t - Hitung	
			Kering Angin	Lembap
1.	Jarak 20 cm	2,1009	-7,761 ^{*)}	-5,144 ^{*)}
2.	Jarak 25 cm	2,1009	-4,294 ^{*)}	-3,437 ^{*)}
3.	Jarak 30 cm	2,1009	-2,926 ^{*)}	-3,75 ^{*)}

Sumber: Data primer yang diolah

^{*)} berbeda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%

[Tabel 4](#) menunjukkan hasil analisis t-hitung pengukuran warna tanah dengan faktor tunggalnya, *chroma*, baik kondisi tanah kering angin dan lembap. Hasil analisis yang membandingkan antara warna dalam *Munsell Soil Color Chart* terhadap warna berdasarkan android (W_{az}) pada jarak 20 cm, 25 cm, dan jarak 30 cm, menunjukkan bahwa pada jarak 20 cm masih menunjukkan berbeda nyata dengan nilai t hitung (2,1009) > t table (-7,761; kondisi kering angin) dan pada kondisi tanah lembap -5,144. Gambaran ini juga terjadi pada pengukuran dengan jarak 25 cm dan 30 cm baik pada sampel tanah kering angin maupun tanah lembap. Hasil uji ini memperkuat pembahasan sebelumnya bahwa penggunaan *software* pengukuran warna tanah berbasis android (W_{az}) masih kurang efektif. Perbaikan efektivitas terus dilakukan untuk mendapatkan status efektif atau kesesuaiannya >80%. Perbaikan dan pengembangan terus dilakukan khususnya pada pengaturan fokus pemotretan sehingga didapatkan warna yang relatif homogen dan mewakili karakteristik tanah.

Hasil yang signifikan di antara parameter yang diuji yaitu pada penggunaan buku *Munsell Soil Color Chart* dengan android (W_{az}) dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Terdapat indikasi keragaman yang berbeda antara persepsi masing-masing manusia saat menentukan warna tanah dalam hal ini adalah kepekaan indra penglihatan manusia dan dengan menggunakan android (W_{az}). Hal tersebut dikarenakan pada penggunaan android (W_{az}) memiliki kepekaan yang sama jika dibandingkan dengan kepekaan mata manusia meskipun pada android (W_{az}) bergantung pada visual kamera dan resolusi spasialnya ([Raulino et al., 2021](#)).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan android (W_{az}) sebagai alat bantu untuk menentukan warna tanah sangat mudah dan cepat namun berdasarkan evaluasi keefektivitasnya maka memiliki hasil kurang efektif dengan kesesuaian tertinggi pada pengukuran *value* sampel tanah kering angin jarak 20 cm sebesar 52,89 % dan *chroma* tertinggi pada tanah lembap jarak 30 cm sebesar 52,63 % selain itu analisis t hitung > t tabel pada pengukuran jarak 20 cm, 25 cm, dan 30 cm baik pada komponen warna tanah *value* maupun *chroma*. Komponen warna tanah *value* memiliki keefektifan lebih tinggi pada jarak 20 cm daripada komponen warna tanah *chroma*.

Disarankan untuk lebih dikembangkan atau diujikan pada sampling tanah yang secara langsung di alam yang sangat beragam. Tanah yang akan diuji disiapkan dalam kotak dengan luasan sesuai dengan fokus pengambilan gambar dan ketebalan yang telah ditetapkan untuk meningkatkan efektivitas hasil penilaian warna tanah sesuai dengan *Munsell Soil Color Chart*; selain itu sebelum *software* digunakan secara luas perlu nilai efektivitasnya ditingkatkan dengan cara lebih memfokuskan hasil pemotretan untuk mendapatkan gambar warna tanah homogen.

Daftar Pustaka

- Ahmed, I. U., Assefa, D., & Godbold, D. L. (2022). Land-Use Change Depletes Quantity and Quality of Soil Organic Matter Fractions in Ethiopian Highlands. *Forests*, 13(1), 69. <https://doi.org/10.3390/f13010069>.
- Al-Naji, A., Fakhri, A. B., Gharghan, S. K., & Chahl, J. (2021). Soil Color Analysis Based on a RGB Camera and an Artificial Neural Network Towards Smart Irrigation: A Pilot Study. *Heliyon*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06078>.
- Astiningrum, M., Arhandi, P. P., & Fatmawati, E. (2019). Pengembangan Aplikasi *Munsell Soil Color Detection Index* Menggunakan Metode *Support Vector Machine*. *Informatika Polinema*, 4(2), 131-138. <https://doi.org/10.33795/jip.v4i2.161>
- Badan Pusat Statistik. (2020a). *Keadaan Pekerja di Indonesia Agustus 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2020b). *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2015-2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2020c). *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bandura, A. (1997). Guide for constructing self-efficacy scales. In. Urdan & Pajares, F. (Eds). Bandura, A. (1997). *Guide for constructing self-efficacy scales* *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (pp. 307-337).
- Chusyairi, A. (2019). Aplikasi E-Soil untuk Mengidentifikasi Warna Tanah Berbasis Android Menggunakan *Munsell Soil Color Chart*. *Teknomatika*, 9(1), 1-12. https://www.researchgate.net/publication/341940683_Aplikasi_E-Soil_untuk_Mengidentifikasi_Warna_Tanah_Berbasis_Android_Menggunakan_Munsell_Soil_Color_Chart
- Clifton, J. R., & Brown, P. W. (1978). *Methods for Characterizing Adobe Building Materials*. Washington, D. C: National Bureau Standards.

- Conant, R. T., Ryan, M. G., Ågren, G. I., Birge, H. E., Davidson, E. A., Eliasson, P. E., Evans, S. E., ..., & Bradford, M. A. (2011). Temperature and soil organic matter decomposition rates – synthesis of current knowledge and a way forward. *Global Change Biology*, 17(11), 3392–3404. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02496.x>
- Dutton, H., & Rice, P. (1995). *Structural Glass*. English: E & FN Spon.
- Fiantis, D. (2017). *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Hanafiah, K. A. (2014). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Rajawali Press.
- Herdiansyah, G., Sofyan, E. T., Bawana, S., & Herawati, A. (2020). Perkembangan Tanah dari Bahan Induk Vulkanik di Desa Cileles, Kecamatan Jatinarogor. *J. Tanah dan Air*, 17(2), 56-64. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jta/article/view/4235>
- Insights, IAS. (2020). *UPSC Prelims 2020: Basic Geography Concepts*. Copenhagen: New Era Publications.
- Karyati, Putri, R. O., & Syafrudin, M. (2018). Suhu dan Kelembaban Tanah pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur. *AGRIFOR*, 17(1), 103-114. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3280>
- Kome, G. K., Enang, R. K., & Yerima, B. P. K. (2021). Soil Organic Carbon Distribution in a Humid Tropical Plain of Cameroon: Interrelationships with Soil Properties. *Environmental Soil Science*, 2021(3), 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/6052513>
- Latifah, K., Siswanto, J., & Supriyadi, B. (2020). K-Means Color Segmentation and Morphological Feature Extraction of Bamboo as an Environmentally Friendly Material for Soil Strengthening. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, 3(1), 44-49. <http://lppm-unissula.com/jurnal.unissula.ac.id/index.php/JACEE/article/view/7395>.
- Nodi, S. S., Paul, M., Robinson, N., Wang, L., & Rehman, S. (2023). Determination of Munsell Soil Colour Using Smartphones. *Sensors*, 23(6), 3181. <https://doi.org/10.3390/s23063181>
- Panjaitan, D. M., & Pangestu, M. D. (2018). The Impact of Daylight Apertures and Reflective Surfaces on The Effectiveness of Natural Lighting at The Rumah Kindah Office in Jakarta. *RISA*, 2(1), 70-88. <https://doi.org/10.26593/risa.v2i01.2932.70-88>.
- Pegalajar, M. C., Ruiz, L. G. B., & Criado-Ramón, D. (2023). Munsell Soil Colour Classification Using Smartphones through a Neuro-Based Multiclass Solution. *AgriEngineering*, 5(1), 355–368. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5010023>.
- Prasetyo, B. H. (2009). Tanah Merah dari Berbagai Bahan Induk di Indonesia: Prospek dan Strategi Pengelolaannya. *Sumberdaya Lahan*, 3(1), 47-60. <http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v16n2.2022.67-81>
- Priandana, K., Zulfikar, A. S., & Sukarman. (2014). Mobile Munsell Soil Color Chart Berbasis Android Menggunakan Histogram Ruang Citra HVC dengan Klasifikasi KNN. *Ilmu Komputer Agri-Informatika*, 3(2), 93-101. <https://www.neliti.com/publications/245421/mobile-munsell-soil-color-chart-berbasis-android-menggunakan-histogram-ruang-cit>
- Puspawati, C., & Haryono P. (2018). *Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan: Penyehatan Tanah*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Raulino, G. T. C., Oliveira, L. S., Nascimento, Í. V., Silva, C. P., Lobato, M. G. R., Alencar, T. L., Toma, R. S., Silva, F. G., & Mota, J. C. A. (2021). Assessing The Soil Color by Traditional Method and Smartphone: A Comparison. *Revista de Ciências Agrícolas*, 38(1), 75-85. <https://doi.org/10.22267/rcia.213801.146>.
- Rodriguez, R. M. (2011). *Soil Fertility: An Important Aspect of Sustainable Agriculture*. Minnesota Lulu Press. 1-21.
- Roflin, E., & Zulvia, F. E. (2021). *Kupas Tuntas Analisis Korelasi*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.

- Sofa, A., Zanella, A., & Ponge, J. F. (2021). Soil quality and fertility in sustainable agriculture, with a contribution to the biological classification of agricultural soils. *Soil Use and Management*, 38(2), 1085-1112. <https://doi.org/10.1111/sum.12702>
- Solís, M., Muñoz-Alvarado, E. & Pegalajar, M. C. (2022). The Transformation of RGB Images to Munsell Soil-Color Charts. *Uniciencia*, 36(1), 1-10. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.36>.
- Tobiszewski, M. & Vakh, C. (2023). Analytical applications of smartphones for agricultural soil analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00216-023-04558-1>
- Turk, J. K., & Young, R. A. (2019). Field Condition and The Accuracy of Visually Determined Munsell Soil Color. *Soil Science Society of America*, 84(1), 163-169. <https://doi.org/10.1002/saj2.20023>.
- Villa, Y. B., Khalsa, S. D. S., Ryals, R., Duncan, R. A. Brown, P. H., & Hart, S. C. (2021). Organic matter amendments improve soil fertility in almond orchards of contrasting soil texture. *Nutr Cycl Agroecosyst*. 120, 343–361. <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10154-5>.
- Wiharso, D., Afandi, Cahyono, P., Loekito, S., Nishimura, N., & Senge, M. (2021). Effect of Long-Term Cassava Cultivation on The Morphology and Properties of Soils in Lampung Southern Sumatra Indonesia. *GEOMATE*, 20(79), 168-176. <https://doi.org/10.21660/2021.79.j2053>.
- Winarso, S., Anggriawan, R., Subiksa, I., Ganestri, R. G., Intansari, S. R., & Budianta, D. (2022). Macronutrients (NPK) balance in rice field and dryland maize cropping systems. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 10(1), 3945-3951. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2022.101.3945>.
- Zani, N. R., Alasiry, A. H., & Wijayanto, A. (2022). Design and Development of Soil Nutrients Level Detection System based on Soil Color and pH for Crop Recommendations using Fuzzy Algorithms. *The Indonesian Green Technology Journal*, 11(1), 38-45. <https://doi.org/10.21776/ub.igtj.2022.011.01.05>