

Studi Karakteristik Spasial Lahan Kecamatan Bluto, Sentra Produksi Cabe Jamu (*Piper retrofractum* Vahl.), Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Study of Land Spatial Characteristics of Bluto Sub-district, a Center Production of Cabe Jamu (Piper retrofractum Vahl.) Production, Using Geographic Information Systems (GIS)

Fahmi Arief Rahman, Slamet Supriyadi*, Sinar Suryawati, Mesi Khodijah Murtadlo, Achmad Khodali

Agroecotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia

*Corresponding author email: slametsupriyadi@trunojoyo.ac.id

Article history: submitted: March 8, 2023; accepted: November 7, 2023; available online: November 30, 2023

Abstract. The yield of a plant is strongly influenced by land characteristics and cultivation techniques. Geographic Information System (GIS) can be applied for land management and decision-making based on site-specific regarding soil fertility precisely. The purpose of this study was to investigate land characteristics, especially soil-chemical properties of Bluto District area, a region center for Cabe Jamu (*Piper retrofractum* Vahl.) production, by means of Geographic Information System (GIS). The research was carried out in Bluto District, Sumenep, from September to December 2022. A soil map unit (SPT) of Bluto District was produced by overlaying the topographic map of Indonesia (RBI), slope maps (resulting from SRTM Digital Elevation Model (DEM) data processing), and geological maps. Field work to collect topsoil samples from each "SPT" using a diagonal system. The soil samples were analyzed for texture (pipette method), soil pH (electrical method), organic C content (Walkey-Black Method), total N (Kjeldahl Method), available P (Olsen Method), exchangeable cations (ex-K, ex-dd, ex-Ca, and ex-Mg) and CEC (N NH₄OAc pH 7.0). Data were employed for establishing a map of land characteristics and analyzed by using the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation method. The results of the spatial analysis of land characteristics provide a complete picture as a reference for area-based management. The results of the analysis show that the texture is generally sandy loam and loam, the actual pH is slightly alkaline, the potential pH is neutral and slightly alkaline, total N is classified as low to medium, P-availability is very high, C-organic is generally classified as medium and high, CEC is dominated by medium criteria, Ca-dd throughout the region is very high, Mg-dd is medium and high, Na-dd is very low and low, and K-dd is dominated by high criteria.

Keywords: *Piper retrofractum* Vahl.; fertility; soil chemistry

Abstrak. Produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lahan dan teknik budidaya. Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk pengelolaan dan pengambilan keputusan berbasis *site-specific* tentang kesuburan tanah secara presisi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik lahan terutama sifat kimia tanah di Kecamatan Bluto, wilayah sentra Cabe Jamu di Madura, dengan menggunakan GIS. Penelitian dilakukan di Bluto, Sumenep dari September hingga Desember 2022. Penelitian menggunakan metode fisiografik untuk memperoleh satuan pengamatan tanah (SPT) dengan melakukan tumpang susun peta RBI, peta Kelerengan (hasil pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM) dan peta Geologi. sampel tanah (*top soil*) dari setiap SPT diambil berdasarkan sistem diagonal. Sampel tanah selanjutnya dianalisis tekstur (Metode Pipet), pH (H₂O) dan pH (KCl) (Metode elektrik), kadar C-organik (Metode Walkey-Black), N total (Metode Kjeldahl), P tersedia (Metode Olsen), Kation dapat ditukar (K-dd, Na-dd, Ca-dd, dan Mg-dd) dan KTK (NH₄OAc pH 7.0). Data selanjutnya digunakan untuk membuat Peta Karakteristik Lahan menggunakan Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Hasil analisis karakteristik lahan secara spasial memberikan gambaran yang utuh sebagai acuan pengelolaan berbasis wilayah. Hasil analisis menunjukkan bahwa tekstur pada umumnya adalah lempung berpasir dan lempung, pH aktual agak alkali, pH potensial netral dan agak alkal, N total tergolong rendah hingga sedang, P-tersedia sangat tinggi, C-organik umumnya tergolong sedang dan tinggi, KTK didominasi kriteria sedang, Ca-dd seluruh wilayah sangat tinggi, Mg-dd sedang dan tinggi, Na-dd sangat rendah dan rendah, dan K-dd didominasi oleh kriteria tinggi.

Kata kunci: cabe jamu; kesuburan; kimia tanah

PENDAHULUAN

Bluto merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Sumenep, yang merupakan sentra produksi cabe jamu di

Madura. Bluto menjadi wilayah dengan area panen cabe jamu paling luas dibandingkan wilayah Kecamatan lain di 4 Kabupaten di Pulau Madura, yakni 613.83 ha. Luas area

tanam dan produksi cabe jamu di Kecamatan Bluto dari tahun 2016 hingga 2020 mengalami peningkatan, masing-masing dari 677,83 ha menjadi 687,83 ha dan 2.586,92 ton menjadi 2.762,85 ton (BPS, 2021).

Produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh karakteristik lahan dan teknik budidaya. Karakteristik lahan menjadi salah satu faktor krusial dalam mendukung produksi cabe jamu. Perbedaan karakteristik lahan dapat menyebabkan perbedaan produksi dan kualitas hasil panen. Cabe jamu (*Piper retrofractum* Vahl.) dapat tumbuh pada pH tanah 4-8, dengan curah hujan 1250-2500 mm pertahun (Evizal, 2013) dan menghendaki adanya bulan kering namun dengan lengas tanah 80-100% (Nurkhasanah *et al.*, 2013). Produktivitas tanaman ini dipengaruhi oleh cuaca sebesar 82% (Setiawan, 2009). Suhu udara yang rendah serta peningkatan radiasi dapat mempengaruhi metabolit sekunder (Dewi, 2010)

Lada (berkerabat dengan cabai jamu) di India berproduksi tinggi (5 kg/tanaman) ketika ditanam pada tanah pH 5.79 dan status hara tinggi, yaitu P bray, Mg-dd, K-dd, Ca-dd dan Zn, C-organik, sedangkan rendah S dan Mo (Hamza *et al.*, 2004) dan tanah berdrainase baik atau tekstur tanah berpasir (De Waard, 1969; Sadanandan, 2000). Hara P dan K yang diaplikasikan berupa pupuk mempengaruhi peningkatan kandungan curcuminoid kunyit (Akamine *et al.*, 2007). Sedangkan pemupukan K dan N dapat meningkatkan produksi rimpang dan kadar curcumin jahe (Nihayati & Murdiono, 2012). Unsur P tersedia dapat meningkatkan 0.17% curcumin pada kunyit (Suharti *et al.*, 2013). Pemupukan N dan K dapat meningkatkan produksi rimpang dan curcumin pada jahe jawa (Nihayati & Murdiono, 2012).

Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) ditujukan untuk analisis berbasis keruangan sehingga dapat dilakukan untuk pengelolaan dan pengambilan keputusan berbasis *site-specific* (Kumar *et al.* 2016;

Goswani *et al.*, 2012) tentang kesuburan tanah secara presisi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik lahan terutama sifat kimia tanah di Kecamatan Bluto, wilayah utama produksi Cabe Jamu di Madura dengan menggunakan SIG.

METODE

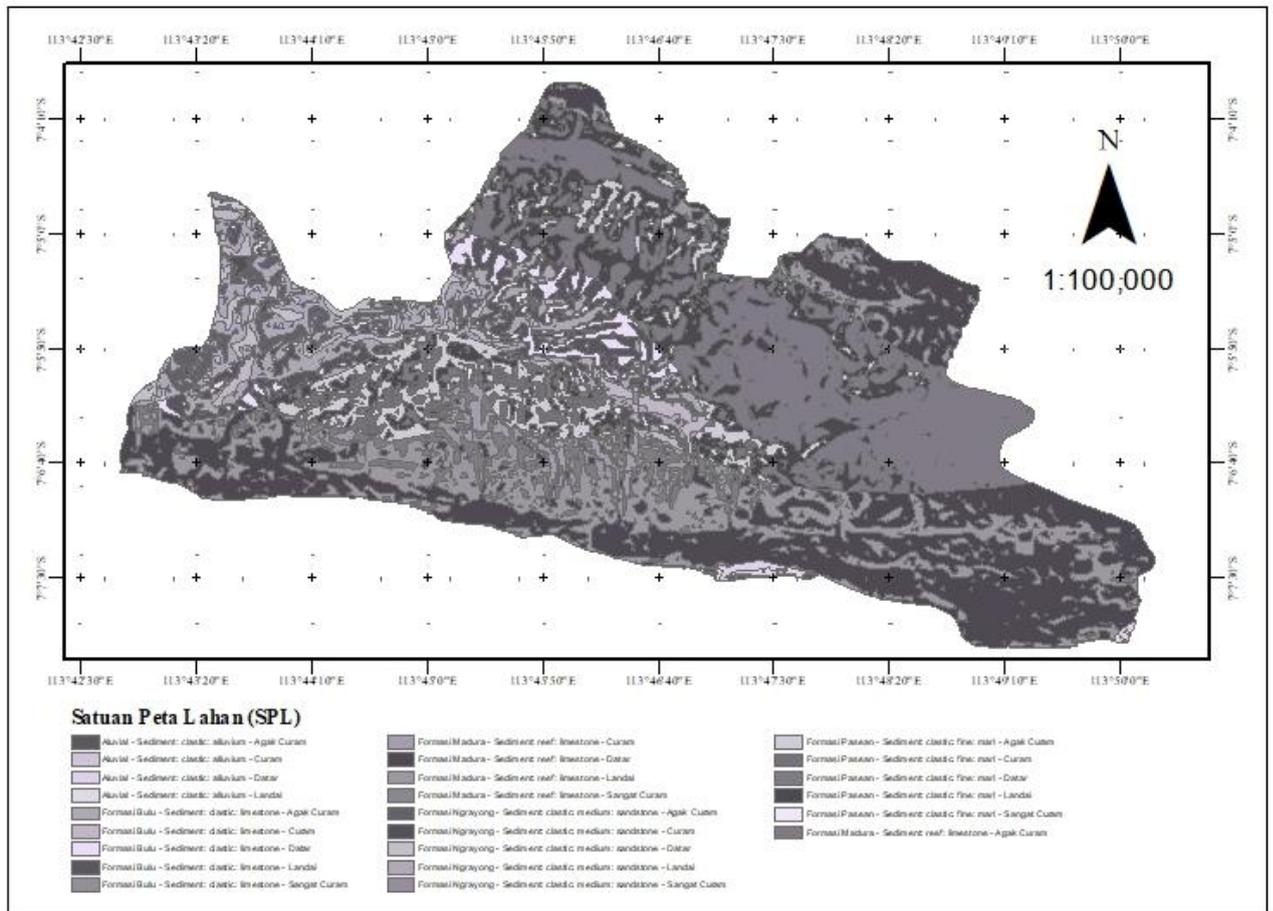
Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Bluto, Kabupaten Sumenep. Analisis kimia tanah di Laboratorium Tanah dan Sumberdaya Lahan Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Laboratorium dasar Universitas Trunojoyo Madura serta laboratorium pendukung lainnya. Pelaksanaan penelitian dilakukan dari bulan September hingga bulan Desember 2022.

Kegiatan penelitian ini diawali dengan penyusunan peta kerja yang didasarkan pada karakteristik lahan tertentu untuk memperoleh satuan pengamatan lahan (SPL) sebagai titik pengamatan sampel dengan metode fisiografik. Peta kerja disusun berdasarkan tumpang susun beberapa peta, seperti peta administrasi lokasi pengamatan dari Peta Rupa Bumi Indonesia berskala 1:25.000 yang diperoleh dari website <https://tanahair.indonesia.go.id/>, Peta Geologi/Bahan Induk skala 1:250.000 dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung, dan Peta Kelerengan hasil pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM resolusi 30 m yang diperoleh dari <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Wahyunto *et al.*, 2016). Dari hasil tumpang susun diperoleh 25 SPL (Gambar 1).

Survei lapangan didahului dengan kegiatan survei pendahuluan. Kegiatan survei pendahuluan ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data kondisi daerah pengamatan, meliputi aksesibilitas/jaringan jalan, sarana transportasi, mencari tenaga pendamping lapangan, dan sebaran lahan cabe jamu. Survei lapang selanjutnya adalah pengambilan sampel tanah permukaan (*top soil*) pada setiap SPT, didasarkan sistem diagonal.

Sampel tanah pueuk—selanjutnya dianalisis, meliputi Tekstur (pipet), pH tanah (pH meter), kadar C-organik (Walkey-Black), P tersedia (Olsen), N total (Kjeldahl), Kation dapat ditukar (K-dd, Na-dd, Ca-dd,

dan Mg-dd) dan KTK (NH4OAc 1N pH 7.0). Selanjutnya dilakukan analisis data, meliputi pembuatan peta karakteristik lahan dengan menggunakan Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW).



Gambar 1. Sebaran sampel satuan pengamatan lahan (SPL) di Kecamatan Bluto, Kabupaten Sumenep

HASIL DAN PEMBAHASAN

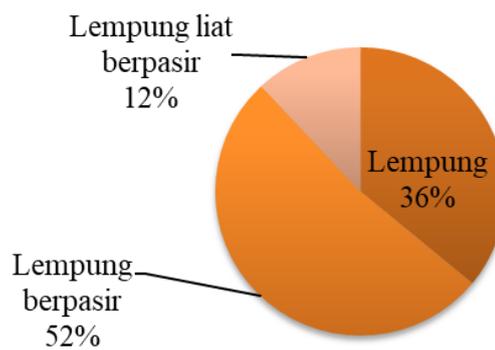
Identifikasi tanah di Kecamatan Bluto sampai saat ini belum pernah dilakukan terutama penelitian berbasis spasial. Selain itu, sampai saat ini penelitian karakteristik tanah lebih banyak menyajikan data tabular dalam bentuk tabel, grafik dan lainnya. Identifikasi karakteristik tanah secara spasial memberikan pemahaman secara keruangan yang berguna untuk perencanaan

dan pengelolaan tanah berbasis wilayah. Penyajian secara spasial dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam pengambilan keputusan. Metode yang digunakan untuk memperoleh data spasial karakteristik tanah adalah interpolasi IDW. Hasil data spasial diperoleh dengan memperkirakan nilai di area yang tidak diukur atau tidak memiliki sampel yang tersedia. Metode ini bertujuan menyusun peta atau menentukan sebaran

nilai di seluruh wilayah yang sedang dipetakan dari nilai yang diukur pada beberapa lokasi yang mewakili (Kurniadi et al., 2018).

Berdasarkan kriteria penilaian Balai Penelitian Tanah (2009), tekstur tanah di Kecamatan Bluto didominasi oleh lempung berpasir (Gambar 2). Tanah dengan tekstur

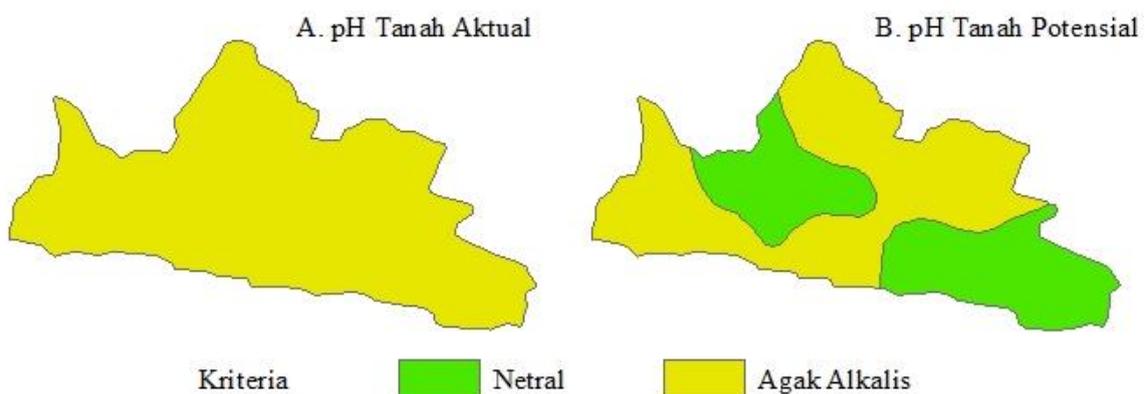
ini mengandung koloid lebih banyak daripada tanah pasir (Asnawati *et al.*, 2022). Tanah seperti ini cenderung gembur memiliki ruang berpori yang dapat diisi oleh air tanah serta udara dengan demikian tanah memiliki daya simpan air yang tinggi (Basuki, 2012).



Gambar 2. Tekstur tanah di Kecamatan Bluto

Kemasaman (pH) tanah aktual di Kecamatan Bluto seluruhnya masuk ke dalam kategori agak alkali. Sedangkan pH potensial netral dengan luas 41,21% dan agak alkali dengan luas 58,79% dari total luas Kecamatan Bluto (Gambar 3). Dampak dari pH tanah > 7 adalah dapat mengurangi

ketersediaan hara mikro diantaranya Fe, Zn, Cu, Mn dan sebaliknya dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara basa seperti Ca, Mg dan K. Tingginya unsur hara Ca kemungkinan dapat mengurangi ketersediaan P, karena membentuk ikatan Ca-P yang tidak larut dan akhirnya kurang tersedia bagi tanaman (Nursyamsi & Setyorini, 2009).



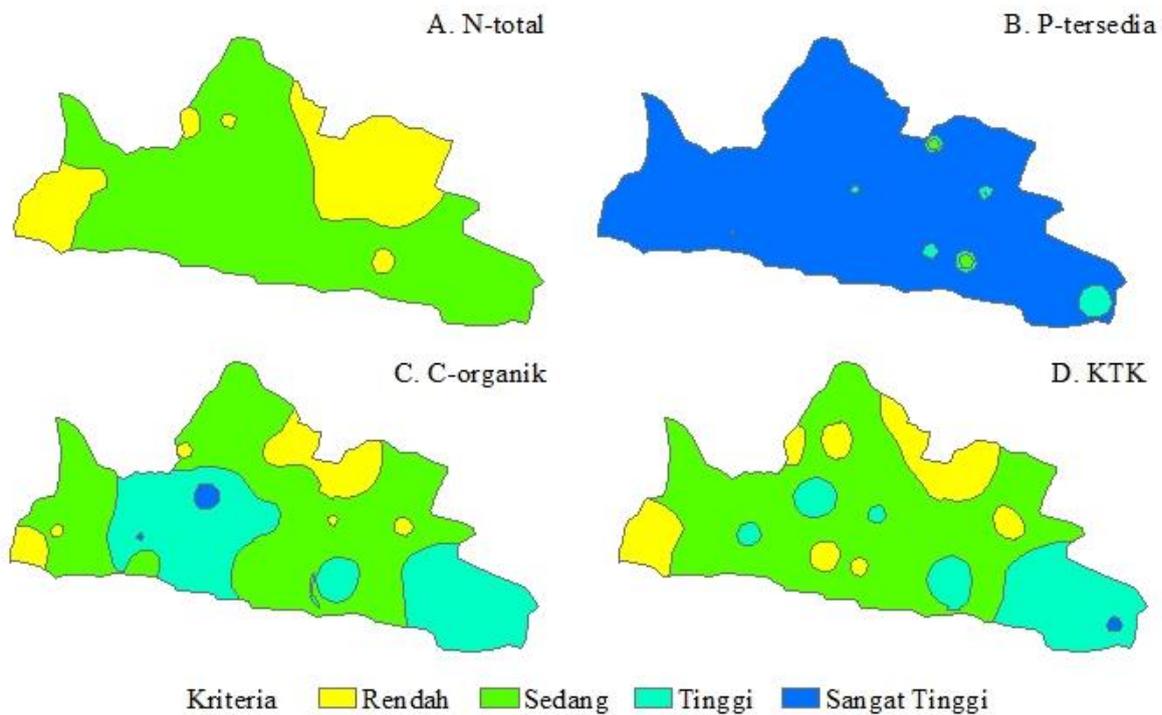
Gambar 3. Peta kemasaman (pH) tanah Kecamatan. Bluto

Kadar N-total tanah di Kecamatan Bluto tergolong rendah hingga sedang dengan nilai 25,55% dan 74,45% dari total luas kecamatan (Gambar 4). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara utama yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman (Dewi, 2010). Sedangkan hasil analisis kandungan P-tersedia umumnya masuk dalam kategori sangat tinggi yaitu 97,61% dari total luas kecamatan (Gambar 4). Berdasarkan Umaternate *et al.*, (2014), ketersediaan P yang ada di dalam tanah dipengaruhi adanya hubungan keseimbangan yang terjadi pada berbagai bentuk P tanah, yaitu P terjerap (P labil), P dapat larut, primer (P non-labil), P mineral sekunder dan, P organik. Selain karena proses pemupukan tersedianya unsur hara P yang tinggi dalam tanah dapat diakibatkan oleh adanya unsur hara P belum digunakan dengan maksimal oleh tanaman. Jumlah P yang dapat terserap oleh tanaman hanya sebagian kecil dari jumlah yang terdapat di dalam tanah. Penimbunan unsur P pada tanah terjadi karena karakteristik unsur P yang tidak dapat dipindahkan (*immobile*), hal ini yang menyebabkan kurangnya unsur P tersedia bagi tanaman. Pada tanah alkali, ketidakterediaan unsur ini diakibatkan juga karena unsur P terikat oleh kalsium dalam bentuk Ca-PTan, 2011). Hal ini sesuai dengan

pH tanah di lokasi yang pada umumnya adalah alkalis.

Kandungan C-organik tanah umumnya tergolong sedang dan tinggi dengan luas area masing-masing 58,86% dan 35,52% dari total luas Kecamatan Bluto (Gambar 4). Kandungan C-organik tanah merupakan kandungan karbon dalam bahan organik tanah, semakin tinggi nilai karbon organiknya maka semakin tinggi pula bahan organik tanah. Bahan organik ini juga tersusun atas mikroba tanah bakteri, fungi dan binatang kecil dalam tanah yang berperan penting dalam siklus unsur hara. Sehingga tingginya kadar bahan organik tanah juga menggambarkan tingkat kesehatan tanah.

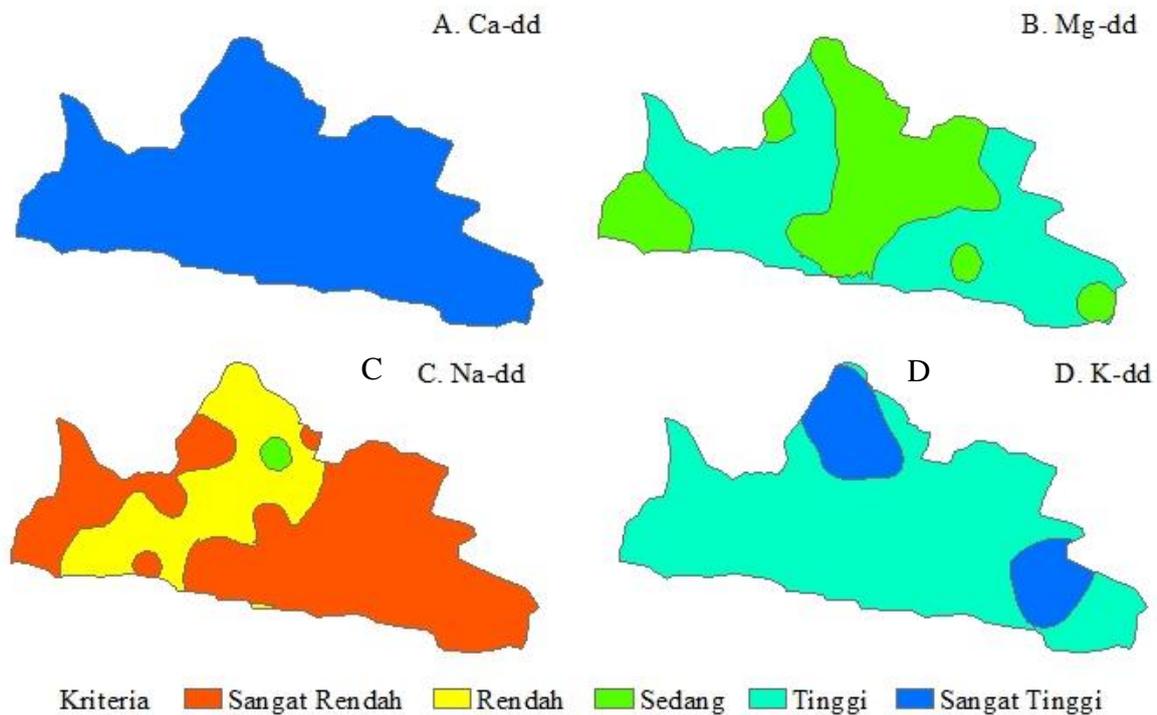
Kapasitas tukar kation (KTK) tanah di Kecamatan Bluto didominasi kriteria sedang dengan luas 3297,21 ha (Gambar 4). Ada beberapa tempat masuk kategori tinggi, hal ini diduga karena tingginya persentase liat dan bahan organik tanah di tempat tersebut. Menurut Afni *et al.*, (2020) Salah satu faktor yang menentukan KTK yang tinggi dalam tanah yakni tekstur tanah. Tanah yang memiliki tekstur pasir akan memiliki nilai KTK lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang bertekstur liat karena liat merupakan koloid tanah. KTK yang tinggi dapat meningkatkan kesuburan tanah karena KTK menjerap kation-kation basa (Rusdiana & Amalia, 2012).



Gambar 4. Peta Sebaran N-total (A), P-tersedia (B), C-organik (C) dan KTK (D) tanah Kecamatan Bluto

Kalsium dapat ditukar (Ca-dd) tanah di Kecamatan Bluto seluruhnya masuk ke dalam kategori sangat tinggi. Hal ini diduga karena tanah di kecamatan ini berkembang dari bahan induk yang kaya kalsium. Mg-dd pada tanah di Kecamatan ini masuk ke dalam kategori sedang dan tinggi dengan luas 2.192,63 ha dan 2.912,61 ha. Hal ini sesuai dengan litologi wilayah Kecamatan Bluto, yakni tanah yang terbentuk hampir seluruhnya berasal dari batuan yang kaya Ca dan Mg. Na-dd tanah didominasi oleh kriteria sangat rendah dan rendah dengan luas 3.572,56 dan 1.479,63 ha. Konsentrasi Na rendah menguntungkan pertumbuhan tanaman, karena tidak memunculkan efek salinitas dan osmosis yang bisa mengganggu

tanaman. Menurut Prasetyo *et al.*, (2007) kandungan mineral dalam tanah memiliki peran yang sangat penting yaitu sebagai sumber unsur hara. Sedangkan kandungan K-dd tanah didominasi kriteria tinggi yaitu 82,92% dari total luas Kecamatan Bluto (Gambar 5). Namun beberapa tempat menunjukkan bahwa kandungan K-dd yang ada masuk ke dalam kategori tinggi. Hasil verifikasi ke petani yang ada di lokasi bahwa K-dd tinggi disebabkan oleh adanya penambahan pupuk kandang sapi dan pupuk anorganik berupa pupuk phonska. Hal ini sesuai dengan penelitian Murnita & Taher (2021), bahwa perpaduan keseimbangan antara pupuk organik dengan anorganik dapat meningkatkan ketersediaan kation basa.



Gambar 5. Peta kation basa dapat ditukar tanah Kecamatan Bluto

SIMPULAN

Hasil analisis karakteristik lahan secara spasial memberikan gambaran yang utuh sebagai acuan pengelolaan berbasis wilayah. Hasil analisis menunjukkan bahwa tekstur pada umumnya adalah lempung berpasir dan lempung, pH aktual agak alkali dan pH potensial netral dengan luas 41,21% dan agak alkali dengan luas 58,79% dari total luas wilayah. N total tergolong rendah hingga sedang dengan nilai 25,55% dan 74,45% dari total luas wilayah, P-tersedia sangat tinggi yakni 97,61% dari total luas, C-organik umumnya tergolong sedang dan tinggi yakni 58,86% dan 35,52% dari total luas, KTK didominasi kriteria sedang dengan luas 3297,21 ha. Kategori Ca-dd seluruh wilayah sangat tinggi, Mg-dd sedang dan tinggi dengan luas 2.192,63 ha dan 2.912,61 ha, Na-dd sangat rendah dan rendah dengan luas 3.572,56 dan 1.479,63 ha, dan K-dd didominasi oleh kriteria tinggi yaitu 82,92% dari total luas Kecamatan Bluto.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Trunojoyo Madura yang telah mendanai penelitian melalui DIPA sehingga naskah jurnal ini bisa ditulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, N., Darman, S., & Amelia, R. (2020). Analisis beberapa sifat kimia tanah pada lahan perkebunan kelapa dalam (*Cocos nucifera*) di Desa Sibayu Kecamatan Balaesang Kabupaten Donggala. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(6), 1243–1251.
- Akamine, H., Hossain, M. A., Ishimine, Y., Yogi, K., Hokama, K., Iraha, Y., & Aniya, Y. (2007). Effects of application of N, P and K alone or in combination on growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant Production Science*, 10(1), 151–154.

- Asnawati, A., Monde, A., & Syukur, S. (2022). Analisis sifat fisika tanah terhadap penggunaan jenis pupuk kandang pada bibit tanaman durian (*Durio zibethinus*). *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(3), 563–571.
- Basuki, W. W. (2012). Pengaruh waktu pemupukan dan tekstur tanah terhadap produktivitas rumput *Setaria splendida* Stapf. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 9(2).
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2021). Kabupaten Sumenep Dalam Angka Tahun 2021. Pemerintahan Kabupaten Sumenep. Sumenep.
- De Waard, P. W. F. (1969). Foliar diagnosis, nutrition and yield stability of black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak. Comm. No. 58. Royal Tropical Institute. Amsterdam.
- Dewi, I. W. R. (2010). Karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) dan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) dengan berbagai variasi waktu fermentasi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Skripsi
- Evizal, R. (2013). *Tanaman Rempah dan Fitofarmaka*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Goswami, S.B., Matin, S., Aruna Saxena, B. (2012). A review: The application of remote sensing, GIS and GPS in precision agriculture. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Research* 2(1): 50 – 54.
- Hamza, S., Sadanandan, A. K., & Srinivasan, V. (2004). Influence of soil physico-chemical properties on productivity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 13(1), 6–9.
- Kumar, K.A., Nalina, C.N., Chandrakala, M., Rani, S.S., Sujata, K., Shilpa Shree, K.G., & Singh, S.K. (2016). Soil nutrient status mapping of Nagenahalli micro-watershed under Eastern.
- Kurniadi, H., APriilia, E., Utomo, J. B., Kurniawan, A., & Safril, A. (2018). Perbandingan Metode IDW Dan Spline dalam Interpolasi Data Curah Hujan. *Prosiding Seminar Nasional GEOTIK* : 213–220.
- Murnita, M., & Taher, Y. A. (2021). Dampak pupuk organik dan anorganik terhadap perubahan sifat kimia tanah dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Menara Ilmu*, 15(2).67-76
- Nihayati, E. & Murdiono, W.E. (2012). Peningkatan kadar curcuminoid rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) melalui aplikasi kombinasi N, K dan ketersediaan unsur mikro Laporan Akhir Hasil Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.
- Nurkhasanah, N., Wicaksono, K. P., & Widaryanto, E. (2013). Studi pemberian air dan tingkat naungan terhadap pertumbuhan bibit tanaman cabe jamu (*Piper retrofractum* Vahl.). *Jurnal Produksi Tanaman* 1(4): 34-41.
- Nursyamsi, D., dan Setyorini, D. 2009. Ketersediaan P Tanah-tanah Netral dan Alkalin. *Jurnal Tanah dan Iklim* 30: 25-35
- Prasetyo, B. H., Suganda, H., & Kasno, A. (2007). Pengaruh bahan volkan pada sifat tanah sawah. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 25, 45–58.
- Rusdiana, O., & Amalia, R. F. (2012). Land suitability of *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese on ex-standing area of *Tectona grandis* Linn. F. *Jurnal Silviculture Tropika*, 3(3).174-181
- Sadanandan, A. K. (2000). 4.1. Agronomy and nutrition of black pepper 1. *Black Pepper: Piper nigrum*, 163.
- Setiawan, E. (2009). Kajian hubungan unsur iklim terhadap produktivitas cabe jamu (*Piper retrofractum* Vahl) di Kabupaten Sumenep. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 2(1), 1–7.

- Suharti, N., Dachriyanus, Syahriandi, A. (2013). Kajian profil metabolit minyak atsiri tanaman jahe putih besar (*Zingiber officinale* Rosc.) yang diintroduksi fungi *Mikroriza arbuskula* Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi Dan Klinik (Padang: Universitas Andalas)
- Tan, K.H. (2011). *Principles of soil chemistry*. Fourth Ed. CRC Press. Boca Raton.
- Wahyunto, Hikmatullah, Suryani, E., Tafakresnanto, C., Ritung, S., Mulyani, A., Sukarman, Nugroho, K., Sulaeman, Y., Suparto, Subandiono, R.E., Sutriadi, T., dan Nursyamsi, D. 2016. *Petunjuk Teknis Pedoman Survei dan Pemetaan Tanah Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 44 hal.
- Umaternate, G. R., Abidjulu, J., & Wuntu, A. D. (2014). Uji metode Olsen dan Bray dalam menganalisis kandungan fosfat tersedia pada tanah sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal MIPA*, 3(1), 6–10.
- Zhengjuan Yana, Shuo Chena, Biswanath Darib, Debjani Sihic,d, Qing Chena, Yan, Z., Chen, S., Dari, B., Sihi, D., and Chen, Q., (2018) Phosphorus transformation response to soil properties changes induced by manure application in a calcareous soil. *Geoderma* (322), 163-171
- Yuniarti, A., Solihin, E., & Putri, A. T. A. (2020). Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada inceptisol. *Kultivasi*, 19(1), 1040–1046.