

Analisis Sifat Magnetik Residu Tanah Pertanian Sebagai Solusi Menjaga Ketahanan Pangan

Sulistiawaty¹, Vistarani Arini Tiwow², Usman³

Universitas Negeri Makassar
Email: sulistiawaty@unm.ac.id

Abstrak. Ketahanan bahan pangan di Indonesia mulai memprihatinkan karena devisa akan ketersediaan beras akibat gagal panen saat terjadi bencana, apalagi jika ditambah dengan kesuburan tanah pertanian yang terganggu akibat adanya kandungan logam berat pada tanah pertanian. Salah satu sumbangan terbesar logam berat pada lahan pertanian dikarenakan penggunaan pestisida yang berlebihan. Keberadaan logam berat dapat diketahui dengan menelusuri sifat magnetik pada sedimen. Telah dilakukan penelitian di Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan yang merupakan salah satu daerah swasembada beras di Indonesia, tepatnya pada 6 kecamatan dan 10 desa yaitu Kecamatan Kulo Desa mario, Kecamatan Baranti Desa Panreng, Kecamatan Pancarijang Desa Kadidi, Kecamatan Maritengngae Desa Kanie, Kecamatan Pitu Riawa Desa Lasiwala dan Kecamatan Watang Sidenreng Desa Talawali, Desa Empagae, Desa Kanyuara, Desa Aka-akae, Desa Damai. Pengambilan sampel dan analisis Suseptibilitas magnetik tanah dilakukan pada lapisan atas sebagai parameter kesuburan tanah pertanian, dengan tujuan untuk menganalisis nilai suseptibilitas magnetik pada residu tanah pertanian dan menganalisis sifat mineral magnetik pada residu tanah pertanian. Hasil analisis kualitatif menunjukkan rentang nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah $10,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai $71,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Hasil nilai χ_{FD} (%) yang diperoleh berada pada rentang 1,26% - 3,42%, Lahan dengan nilai χ_{FD} (%) kurang dari 2% mengindikasikan bahwa sampel tanah tersebut mengandung bulir multi domain (MD) dan masih memiliki kesuburan tanah yang baik untuk bercocok tanam, sedangkan tanah dengan nilai χ_{FD} (%) 2-10% mengindikasikan bahwa sampel tanah tersebut memiliki domain superparamagnetik (SP) dan mengandung bulir stable single domain (SSD), sehingga telah mengalami penurunan kesuburan tanah untuk bercocok tanam.

Kata Kunci: Tanah pertanian, Residu, Suseptibilitas magnetik

PENDAHULUAN

Kabupaten Sidrap merupakan daerah penghasil beras utama di Provinsi Sulawesi Selatan (Fadli, 2018). Keunggulan dari kabupaten ini adalah daerahnya yang luas dan dominan masyarakatnya bermatapencaharian sebagai petani. Dengan demikian perlu penanganan yang tepat terhadap residu tanah pertaniannya diantaranya berupa logam berat.

Jenis tanah yang ada di Kabupaten Sidrap terdiri dari alluvial, regosol, grumusol, mediteran dan pedsolit. Dimana tanah regosol merupakan salah satu jenis tanah yang baik untuk pertanian dan perkebunan (Ali, 2012).

Tanah sebagai media tumbuhnya tanaman mempunyai kriteria tertentu untuk dikategorikan sebagai tanah subur, dimana tanah yang subur dapat meningkatkan mutu produksi pertanian. Disatu sisi penggunaan pestisida yang tidak terkendali menimbulkan masalah yang lebih kompleks antara lain pencemaran tanah, air, tanaman dan kesehatan manusia. Selain itu kegiatan industri, pertanian, dan aktivitas manusia dapat menyebabkan peningkatan jumlah buangan polutan diantaranya pencemaran logam berat seperti kadmium yang merupakan ancaman bagi lingkungan (Atafar et al., 2010). Pada tanah pertanian, logam berat yang terkandung dalam tanah akibat pemakaian pestisida dan pupuk yang berlebihan merupakan residu yang mengganggu pertumbuhan tanaman.

Metode magnetik telah digunakan untuk melihat tingkat polusi logam berat pada tanah (Ayari, 2010; Zhang., dkk, 2012; Haris, 2013). Pada metode magnetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran suseptibilitas magnetik. Suseptibilitas magnetik dipilih karena merupakan metode yang mudah, sederhana, murah dan tidak merusak lingkungan (Bijaksana, et al., 2013; Togibasa et al., 2018; Tiwow, et al., 2019). Logam berat yang berasosiasi dengan unsur lainnya bersifat magnetik, sehingga akan mempermudah dalam melakukan pengukuran dengan mengkaji salah satu parameter magnetik yaitu suseptibilitas magnetik (Shu-hai et al., 2016; Sudarningsih et al., 2017; Samanta et al., 2017). Untuk tanah yang tidak terpengaruh oleh residu logam berat maka kandungan utama pada tanah tersebut adalah mineral-mineral yang terkandung pada materi induk penyusun tanah tersebut.

METODE PENELITIAN

Sampel Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada Kabupaten Sidrap, tepatnya di 6 kecamatan dan 10 desa yaitu Kecamatan Kulo Desa Mario, Kecamatan Baranti Desa Panreng, Kecamatan Pancarijang Desa Kadidi, Kecamatan Maritengngae Desa Kanie, Kecamatan Pitu Riawa Desa Lasiwala dan Kecamatan Watang Sidenreng Desa Talawali, Desa Empagae, Desa Kanyuara, Desa Aka-akae, Desa Damai. Sampel tanah dalam penelitian ini diambil pada tanah pertanian di 10 desa dengan menggunakan GPS. Pengambilan sampel tanah pertanian hanya pada lapisan atas kira-kira kedalaman 0-50 cm, karena indikator kesuburan tanah mengacu pada persediaan unsur hara pada lapisan atas (Ali, 2012).

Sampel tanah yang diambil seluruhnya merupakan sampel tanah pertanian yang masih aktif digunakan warga untuk bercocok tanam padi, dimana para petani menggunakan pupuk kimia dan pestisida untuk menunjang kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman padi yang baik. Setelah sampel diperoleh, lalu sampel dibersihkan, dan dikeringkan pada suhu kamar. Selanjutnya, sampel tanah digerus dan

diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan massanya ditimbang sebesar 15 g, untuk kemudian siap dilakukan pengujian.



Gambar 1. Lokasi penelitian dengan nilai suseptibilitas magnetik (χ_{LF}) rendah (S9) dan nilai suseptibilitas magnetik (χ_{LF}) tinggi (S4), a). Kecamatan Maritengngae Desa Kanie (S4) dan b). Kecamatan Watang Sidenreng Desa Aka-Akae (S9).

Pengukuran dan Analisis Suseptibilitas Magnetik

Pada pengukuran suseptibilitas magnetik digunakan alat Bartington *Susceptibility Meter* tipe MS2 dengan sensor MS2B, dimana sensor ini bekerja pada frekuensi rendah 470 Hz untuk suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) dan frekuensi tinggi 4700 Hz untuk suseptibilitas magnetik frekuensi tinggi (χ_{HF}). Kemudian hasil pengukuran dianalisis menggunakan software Multisus. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik hasil pengukuran ini, dapat ditentukan sifat magnetik sampel tanah pertanian seperti jenis mineral, komposisi, ukuran bulir, serta jenis domainnya. Jenis mineral magnetik sampel tanah ditentukan dengan mencocokkan nilai suseptibilitas magnetik hasil pengukuran dengan nilai suseptibilitas magnetik mineral/material berdasarkan Dearing (1999) dan Hunt (1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

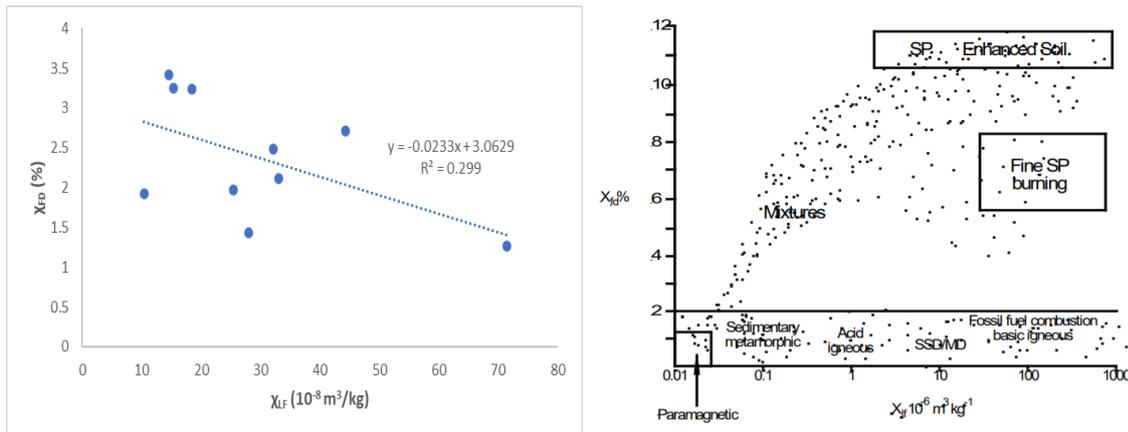
Nilai hasil pengukuran Suseptibilitas magnetik dari sampel tanah dapat terlihat pada Tabel 1. diatas berada pada rentang $10,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai dengan $71,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Nilai suseptibilitas magnetik yang paling rendah yaitu $10,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ berada pada titik S9 yang berada pada Kecamatan Watang Sidenreng Desa Aka-akae yang mengindikasikan mineral magnetik pada titik tersebut juga rendah, sehingga diduga bahwa tanah pertanian di Desa Aka-akae masih subur dan belum terkontaminasi logam berat.

Tabel 1. Nilai hasil pengukuran suseptibilitas magnetik sampel tanah pertanian

Nama Kecamatan/Desa	Kode Sampel	Nilai Suseptibilitas Magnetik		
		$\chi_{LF} (10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg})$	$\chi_{HF} (10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg})$	$\chi_{FD} (\%)$
Kulo/Mario	S1	18,5	17,9	3,24
Baranti/Panreng	S2	44,3	43,1	2,71
Panca Rijang/Kadidi	S3	32,1	31,3	2,49
Maritengngae/Kanie	S4	71,5	70,6	1,26
Watang Sidenreng/Talawe	S5	25,4	24,9	1,97
Pitu Riawa/Lasiwala	S6	28,0	27,6	1,43
Watang Sidenreng/Empagae	S7	33,1	32,4	2,11
Watang Sidenreng/Kanyuara	S8	14,6	14,1	3,42
Watang Sidenreng/Aka-Akae	S9	10,4	10,2	1,92
Watang Sidenreng/Damai	S10	15,4	14,9	3,25

Sedangkan nilai suseptibilitas magnetik tertinggi terdapat pada sampel S4 yang berada pada pada Kecamatan Maritengngae Desa Kanie yaitu sebesar $71,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, yang diindikasikan bahwa kandungan mineral magnetik pada sampel ini sudah ada namun masih rendah kadarnya, sehingga dapat diduga bahwa tanah pertanian di Desa Kanie sudah mulai terkontaminasi logam berat. Berdasarkan pada Tabel 1. juga terlihat bahwa hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi tinggi (χ_{HF}) dan frekuensi rendah (χ_{LF}) tidak terdapat perbedaan yang signifikan, bahkan bisa dikatakan identik artinya sampel tanah pertanian hampir tidak mengandung mineral superparamagnetik.

Pada Gambar 2.a memperlihatkan korelasi suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah dengan persentase suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi, dimana hasil korelasinya adalah linier dan bernilai positif, dengan koefisien determinasi ($R^2=0.299$) dan koefisien korelasi ($R = 0.547$). Menurut Kanu, et. al. (2013) mengatakan bahwa korelasi linear mengindikasikan bahwa peningkatan nilai suseptibilitas magnetik lebih dikontrol oleh kontribusi dari fraksi magnetik yang halus. Berdasarkan hasil korelasi tersebut juga jelas menunjukkan hubungan yang kuat antara suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah dengan persentase suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi.



Gambar 2. a). Korelasi X_{lf} dengan X_{fd} sampel tanah pertanian Kabupaten Sidrap, b). Skema sebaran $X_{lf} - X_{fd}\%$ menunjukkan posisi khas sampel yang didominasi oleh berbagai domain (Dearing, 1999).

Semakin besar nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah maka semakin besar pula persentase suseptibilitas magnetiknya. Hasil ini bersesuaian dengan penelitian sebelumnya (Tiwow, et al.,2019) yang menunjukkan bahwa korelasi suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah dengan persentase suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi.

Gambar 2.b dan disesuaikan dengan Tabel 1, diperoleh bahwa pada sampel S4, S5, S6 dan S9 persentase suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi kurang dari 2 % yang mengindikasikan bahwa sampel tanah tersebut mengandung bulir multi domain (MD). Menurut Dearing (1999), nilai persentase tersebut termasuk dalam kelompok persentase yang rendah dan mengindikasikan bahwa hampir tidak ada bulir superparamagnetik pada sampel tanah pertanian dan dapat pula diindikasikan tdk terdapat logam berat pada keempat sampel tanah diatas. Sedangkan pada sampel S1, S2, S3, S7, S8 dan S10 nilai χ_{FD} yang berada pada rentang nilai 2-10 % menunjukkan bahwa jenis domain didominasi oleh superparamagnetik (SP) dan stable single domain (SSD), dengan hasil ini maka dapat pula diindikasikan bahwa pada keenam sampel tanah tersebut sudah mulai terkontaminasi dengan logam berat meskipun kadarnya masih relatif lebih kecil.

KESIMPULAN

Hasil analisis kualitatif menunjukan rentang nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah $10,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai $71,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Hasil nilai χ_{FD} (%) yang diperoleh berada pada rentang 1,26% - 3,42%, Lahan dengan nilai χ_{FD} (%) kurang dari 2% mengindikasikan bahwa sampel tanah tersebut mengandung bulir multi domain (MD) dan masih memiliki kesuburan tanah yang baik untuk bercocok tanam, sedangkan tanah dengan nilai χ_{FD} (%) 2-10% mengindikasikan bahwa sampel tanah tersebut memiliki domain superparamagnetik (SP) dan mengandung bulir stable

single domain (SSD), sehingga telah mengalami penurunan kesuburan tanah untuk bercocok tanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada artikel ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Rektor UNM, Dekan FMIPA dan Ketua Jurusan Fisika yang telah memberikan pendanaan penelitian pada dana hibah PNPB DIPA Universitas Negeri Makassar nomor: SP DIPA – 023.17.2.677523/2021, tanggal 23 November 2020. Sesuai surat keputusan Rektor UNM 508/UN36/HK/2021 tanggal 28 April 2021. Selanjutnya terimakasih pula kepada Nuralisya Ibrahim dan Nirwana yang telah membantu dalam pengambilan sampel, serta Ibu Ramlia yang telah membantu dalam menganalisis nilai suseptibilitas magnetik sampel tanah.

REFERENSI

- Ali HK, 2012. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Atafar, Z., Mesdaghinia, A., Nouri, J., Homae, M., Yunesian, M., Ahmadimoghaddam, M., & Mahvi, A. H. (2010). Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160(1–4), 83–89.
- Ayari F., Hamdi H., Jedidi N., Gharbi N., Kossai R. 2010. Heavy Metal Distribution in Soil and Plant in Municipal Solid Waste Compost Amended Plots. *Int. J. Environ Sci Tech*, 7(3):465-472
- Bijaksana, S., Huliselan, E., Safiuddin, L. O., Fitriani, D., Tamuntuan, G., & Agustine, E. (2013). Rock Magnetic Methods in Soil and Environmental Studies: Fundamentals and Case Studies. *Procedia Earth and Planetary Science*, 6, 8–13.
- Dearing, J. A. (1999). Environmental Magnetic Susceptibility Using the Bartington MS2 System. *Using the Bartington MS2 System*, 52.
- Fadli, A.C., 2018. *Bukan Sidrap, Ini Daerah dengan Produksi Padi Tertinggi di Sulsel 2018*. <https://rakyatku.com/read/126252/bukan-sidrap-ini-daerah-dengan-produksi-padi-tertinggi-di-sulsel-2018>. Diakses pada 19 Maret 2021
- Haris V. 2013. Studi Awal Perubahan Sifat Magnetik Tanah Akibat Pemakaian Pupuk Kimia. *Jurnal Sainstek* Vol. V No.2:97-102
- Hunt, C.P., Moskowitz, B.M., Banerjee, S.K. 1995. Magnetik Properties of Rocks and Minerals.
- Samanta, S., Amrutha, K., Dalai, T.K., Kumar, S., 2017. Heavy metals in the Ganga (Hooghly) River estuary sediment column: evaluation of association, geochemical cycling and anthropogenic enrichment. *Environ. Earth Sci.* 76 (140). <https://doi.org/10.1007/>
- Shu-hai, G., Xiao-li, W., Li, Y., Jie-jiang, C., Jun-cheng, Y., 2016. Investigation on Fe, Mn, Zn, Cu, Pb and Cd fractions in the natural surface coating samples and surficial sediments in the Songhua River, China. *J. Environ. Sci.* 18, 1193–1198.
- Sudarningsih, S., Bijaksana, S., Ramdani, R., Hafidz, A., Pratama, A., Widodo, W., Iskandar, I., Dahrin, D., Fajar, S.J., Santoso, N.A. 2017. Variations in the



- Concentration of Magnetic Minerals and Heavy Metals in Suspended Sediments from Citarum River and Its Tributaries, West Java, Indonesia. *Geosciences*, 7, 66.
- Tiwow, V. A., Arsyad, M., Sulistiawaty, Rampe, M. J., and Tiro, W. I. B. 2019. Analysis of Magnetic Minerals Types of Iron Sand in Sampulungan Beach, Takalar Regency Based on the Value of Magnetic Susceptibility. *Materials Science Forum*, 967, 292-298.
- Togibasa, O., Bijaksana, S., and Novala, G. C. (2018). Magnetic properties of iron sand from the Tor River Estuary, Sarmi, Papua". *Geosciences*, 8, 113.
- Zhang, C., Qiao, Q., Piper, J. D. A., Huang, B., 2011. Assessment of heavy metal pollution from a Fe-smelting plant in urban river sediments using environmental magnetic and geochemical methods. *Environ. Pollut.* 159, 3057–3070. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.04.006>.