

EVALUASI HARA FOSFOR PADA LAHAN JAGUNG BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT BERBEDA DI KECAMATAN BALANTAK SELATAN

PHOSPHORUS NUTRIENT EVALUATION OF MAIZE LAND BASED ON DIFFERENT ALTITUDES IN SOUTH BALANTAK DISTRICT

Nena Mexi Sipoy^{1*}, Moh. Ilham Ladonu², Nurmasiyta Mambuhu³, Hidayat Arismunandar Katili¹

¹(Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tompotika Luwuk)

²(Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Tompotika Luwuk)

³(Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Banggai)

*Korespondensi: hidayat.katili11@gmail.com

ABSTRACT

Corn (Zea mays) is a very important food crop for society. Currently the government is trying to increase corn production, namely by using fertilizer so that placement is more effective, it is necessary to know the nutrient status around the plant. Phosphorus is one of the three nutrients that plays an important role in plant growth. The land in South Balantak District is mostly land with different heights. Altitude affects phosphorus uptake in the soil. Seeing its easily fixed nature and the presence of phosphorus in the soil which is small but needed in large quantities, the role of P is very important in maintaining the availability of phosphorus for the growth of corn plants. This encourages the need to evaluate the current and available P nutrient status, especially in corn fields in South Balantak District. The aim of this research is to determine the phosphorus nutrient content in corn fields at different altitudes according to land units in South Balantak District. This research was carried out in October 2023 – January 2024. Four representative samples were taken of soil from corn fields at different heights in South Balantak District. This research uses a descriptive survey method. The results of soil analysis of phosphorus nutrients at the research location at an altitude of 0 to 150 meters above sea level were classified as low. Meanwhile, at an altitude of > 150 to 250 meters above sea level, the phosphorus content is classified as moderate.

Keywords: *Corn, phosphorus, altitude, south balantak*

ABSTRAK

Tanaman jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan yang sangat penting bagi masyarakat. Saat ini pemerintah sedang berusaha untuk meningkatkan produksi jagung yaitu dengan menggunakan pupuk agar supaya penempatan lebih efektif maka perlu diketahui status hara disekitar tanaman tersebut. Fosfor merupakan salah satu dari ketiga unsur hara yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Lahan-lahan di Kecamatan Balantak Selatan adalah sebagian besar lahan dengan ketinggian tempat yang berbeda-beda. Ketinggian tempat memengaruhi serapan fosfor pada tanah. Melihat sifatnya yang mudah terfiksasi dan keberadaan fosfor di dalam tanah yang sedikit namun dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, maka peranan P sangatlah penting dalam menjaga ketersediaan fosfor bagi pertumbuhan tanaman jagung. Hal ini mendorong untuk perlu dilakukannya evaluasi status hara P terkini dan tersedia khususnya pada lahan jagung di Kecamatan Balantak Selatan. Tujuan dari penelitian ini, yakni untuk mengetahui kandungan hara fosfor pada lahan jagung dengan ketinggian tempat berbeda sesuai satuan lahan di Kecamatan Balantak Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Oktober 2023 – Januari 2024. Dengan pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 4 sampel perwakilan pada lahan jagung dengan ketinggian tempat berbeda di Kecamatan Balantak Selatan. Penelitian ini menggunakan metode survey deskriptif. Hasil analisis tanah unsur hara fosfor dilokasi penelitian pada ketinggian 0 hingga 150 mdpl tergolong rendah. Sedangkan pada ketinggian > 150 hingga 250 mdpl diperoleh kandungan fosfor yakni tergolong sedang.

Kata kunci: *Jagung, fosfor, ketinggian tempat, balantak selatan*

PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan yang sangat penting bagi masyarakat. Saat ini pemerintah sedang berusaha untuk meningkatkan produksi jagung yaitu dengan menggunakan pupuk agar supaya penempatan lebih efektif maka perlu diketahui status hara disekitar tanaman

tersebut (Mampiooper *et al.*, 2019). Menurut Dewi & Purwidiani (2015) tanaman Jagung merupakan tanaman pangan pokok kedua setelah padi, atau dapat dikatakan sebagai bahan pengganti beras dalam konsumsi sehari-hari. Selanjutnya Bantacut *et al* (2015) tanaman jagung selain untuk keperluan pangan, juga digunakan untuk bahan baku industri dan pakan ternak. Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung (*Zea mays*) membutuhkan ketersediaan unsur hara khususnya fosfor, untuk meningkatkan produktivitas jagung tersebut, sehingga perlu dilakukan evaluasi ketersediaan unsur haranya (Katili *et al*, 2022).

Menurut Katili (2020), sasaran pembangunan pertanian tanaman pangan masih diarahkan untuk menjaga ketahanan pangan secara lokal, disamping itu untuk meningkatkan kualitas swasembada pangan melalui penyediaan karbohidrat, protein, vitamin dan mineral nabati guna mencukupi gizi yang baik dan seimbang untuk tanaman jagung. Menurut Baja (2012) perlu adanya suatu perencanaan atau penataan kembali penggunaan lahan agar lahan dapat di manfaatkan secara efisien. Selanjutnya perencanaan secara menyeluruh dan terarah dapat terlaksana berkat adanya informasi fisik lingkungan yang meliputi sifat fisik dan potensi lahan (Sariani *et al*, 2023).

Secara umum fosfor di dalam tanah digolongkan dalam dua bentuk, yaitu: bentuk organik dan anorganik. Sebagian besar senyawa fosfor inorganik adalah senyawa kalsium, senyawa besi, dan aluminium, sementara kelompok senyawa organik ialah fitin dan derivatnya, asam nukleat dan fosfolipida (Rahmawati *et al*, 2020). Bentuk fosfor organik ini dapat meliputi 3% hingga 75% dari total fosfor tanah (Setiawati *et al*, 2020). Jumlah kedua bentuk ini disebut dengan P-total. Fosfor dalam tanah tidak mobil karena tingkat ketersediaannya dalam tanah dipengaruhi oleh: reaksi tanah (pH), kadar Al dan Fe hidrous oksida, kadar Ca, kadar bahan organik, tekstur dan pengelolaan lahan (Asril *et al*, 2023). Menurut (Erika, 2020) Fosfat tanah dapat dalam bentuk P larutan, P labil, P difiksasi oleh Al, Fe atau Ca, dan P organik. Fosfat dalam larutan dapat berbentuk H atau HPO_4^{2-} tergantung dari kemasaman larutan (pH). Kadar P di dalam tanah umumnya rendah dan berbeda-beda. Ada beberapa faktor yang menyebabkan ketersediaan P dalam tanah sangat rendah yaitu akibat mobilitas ion-ion fosfat dalam tanah sangat rendah karena retensinya dalam tanah sangat tinggi (Baidowi & Wibowo 2017), jumlah total dalam tanah kecil, tidak tersedianya fosfor asli dan terjadi fiksasi fosfor dalam tanah dari sumber pupuk yang diberikan (Fazrin *et al*, 2014). Sebagian besar fosfor dalam tanah umumnya tidak tersedia bagi tanaman meskipun keadaan lapangan paling ideal, sehingga masalah utama pada tanah-tanah masam adalah kekahatan fosfor (P), fiksasi P yang tinggi dan keracunan Al, Mn dan kadang-kadang Fe. Menurut Trisilawati *et al*, (2012), kandungan P pada tanah bervariasi dari 0,005% sampai 0,15%, sedangkan konsentrasi P relatif dalam tanaman sekitar 0,2%.

Lahan-lahan di Kecamatan Balantak Selatan adalah sebagian besar lahan dengan ketinggian tempat yang berbeda-beda. Ketinggian tempat memengaruhi serapan fosfor pada tanah. Merujuk hasil penelitian Sari *et al*, (2013) bahwa semakin meningkatnya ketinggian tempat maka fosfor tersedia di dalam tanah cenderung menurun, hal tersebut menunjukkan semakin tinggi suatu tempat (elevasi) maka serapan fosfor semakin meningkat. Menurut Firdausi & Muslihatin, (2016) fosfor merupakan salah satu dari ketiga unsur hara yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Fosfor adalah unsur hara makro yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, dan berperan dalam berbagai proses kehidupan tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pengiriman dan penyimpanan energi serta karbohidrat bagi tanaman (Saputra, 2022).

Melihat sifatnya yang mudah terfiksasi dan keberadaan fosfor di dalam tanah yang sedikit namun dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, maka peranan P sangatlah penting dalam menjaga ketersediaan fosfor bagi pertumbuhan tanaman jagung (Asril *et al*, 2023). Hal ini mendorong untuk perlu dilakukannya evaluasi status hara P terkini dan tersedia khususnya pada lahan jagung di Balantak Selatan, sehingga nantinya pengelolaan hara P pada tanah dapat dilakukan dengan lebih tepat sasaran. Disamping itu produksi yang dihasilkan juga akan maksimal sehingga berdampak pada meningkatnya perekonomian masyarakat Balantak Selatan. Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui kandungan hara fosfor pada lahan jagung dengan ketinggian tempat berbeda sesuai satuan lahan di Kecamatan Balantak Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Oktober 2023 sampai dengan Januari 2024. Dengan pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 4 sampel perwakilan pada lahan jagung dengan ketinggian

tempat berbeda di Kecamatan Balantak Selatan. Posisi pengambilan sampel 1 (0°55'56.86"S, 123°22'54.97"E), sampel ke 2 (0°56'19.74"S, 123°22'30.99"E), sampel ke 3 (0°56'46.53"S, 123°21'17.40"E) dan sampel ke 4 (0°56'49.72"S, 123°20'29.03"E). Pemilihan tempat dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan ketinggian tempat yang ditanami jagung di lokasi penelitian.

Parameter pengamatan pada hasil penelitian ini, secara fisik yaitu menentukan kondisi ketinggian tempat (mdpl), vegetasi (lahan jagung) serta secara kimia yaitu kandungan unsur hara P₂O₅ (Bray). Penelitian ini menggunakan metode survei deskriptif. Sampel tanah yang telah di ambil, di bawah ke laboratorium untuk di analisis. Hasil analisis dan interpretasi data hasil uji tanah di tabulasikan dalam bentuk Tabel, selanjutnya hasil yang diperoleh dikelompokkan ke dalam lima kelas status hara P yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi berdasarkan kriteria (Pusat Penelitian Tanah, 1995) dan petunjuk teknis Kesesuaian tanaman jagung (Ritung *et al*, 2011), yang selanjutnya outputnya dalam bentuk Tabel 1, sesuai dengan kandungan unsur hara Fosfor berdasarkan ketinggian tempat pada lahan jagung di Kecamatan Balantak Selatan.

Tabel 1. Sifat kimia kimia umum dan kriteria tanaman Jagung

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
P ₂ O ₅ Bray (ppm)	< 10	10-25	26-45	46-60	>60
Kriteria Tanaman Jagung					
Parameter	Sangat sesuai	Cukup sesuai	Sesuai marjinal	Tidak sesuai	
P ₂ O ₅ Bray (ppm)	Sedang	Rendah	Sangat Rendah	-	

Sumber: Petunjuk teknis kriteria kesesuaian lahan tanaman pertanian (Ritung *et al*, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fosfor (P) adalah unsur hara makro esensial yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Umumnya, kandungan P berperan penting dalam fotosintesis, respirasi, fiksasi N, perkembangan akar, pematangan, pembungaan, pembuahan dan produksi benih (Putra & Maizar, 2023). Defisiensi kekurangan P dapat menghambat pertumbuhan tanaman, menunda kematangan, dan mengurangi hasil panen. Karena P mudah bergerak di dalam tanaman, kekurangan gejala diekspresikan pada daun yang lebih tua (Preston *et al*, 2019). Meskipun penting, ketersediaan fosfor dalam tanah seringkali terbatas karena cenderung terikat oleh koloid tanah dan mineral. Fosfor dapat tersedia dalam bentuk terlarut (P tersedia) dan tidak terlarut (P total). Tanaman dapat menyerap fosfor dalam bentuk anorganik, terutama dalam bentuk ion fosfat. Tanaman kekurangan fosfor dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, daun berwarna hijau kebiruan, dan akar menjadi pendek (Efendi *et al*, 2022).. Memahami peran dan sumber fosfor, serta cara mengelola ketersediaannya di tanah, sangat penting untuk memaksimalkan hasil pertanian dan menjaga kesehatan tanaman. Adapun hasil analisis laboratorium terkait dengan kandungan unsur fosfor pada lahan di Kecamatan Balantak Selatan dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Kandungan Unsur P₂O₅ pada Lahan Jagung dengan Ketinggian Tempat berbeda di Kecamatan Balantak Selatan

Simbol	Unsur Hara P ₂ O ₅ (Bray)	Kriteria	Elevasi (m dpl)
TS 1	9.09	R	16
TS 2	9.56	R	96
TS 3	12.28	S	197
TS 4	11.43	S	242

Keterangan : TS = Titik sampel 1,2,3,4, PO25= fosfor, S= sedang, R= rendah, m dpl= ketinggian tempat.

Berdasarkan uji laboratorium kimia tanah kandungan unsur hara Fosfor pada lokasi penelitian berkisar antara 9,09–12,28 ppm. Hal tersebut dapat diindikasikan bahwa dengan keadaan ini disebabkan karena tanah pada lokasi penelitian terlalu sering diolah tanpa mempertimbangkan kebutuhan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Secara umum, tanaman jagung dapat berproduksi pada dataran rendah sampai tinggi (pegunungan) yang mencapai 1800 mdpl, akan tetapi tanaman jagung akan membutuhkan fosfor yang cukup sebagai pembentukan biji jagung untuk

produksi (Ritung et al, 2011). Dari hasil analisis uji sampel tanah, unsur hara fosfor dilokasi penelitian pada ketinggian 0 hingga 150 mdpl (titik sampel 1 dan 2) tergolong rendah, sedangkan pada ketinggian > 150 hingga 250 mdpl (titik 3 dan titik 4), diperoleh kandungan fosfor yakni tergolong sedang. Menurut Sari et al (2017) Fosfor (P) merupakan salah satu hara esensial bagi tanaman jagung. Tanaman jagung juga sangat membutuhkan fosfor untuk pertumbuhannya. Akan tetapi, ketersediaan fosfat yang dapat diserap tanaman di dalam tanah sangatlah rendah. Sesuai dengan pernyataan oleh Whitehead, (2000); Fageria et al (2017) nilai kandungan fosfor dalam tanah pada umumnya rendah. Namun, sedikit berbeda dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, sebagaimana pada lokasi penelitian di Kecamatan Balantak Selatan, kandungan unsur hara fosfor memiliki nilai rendah hingga sedang. Dengan demikian, penggunaan lahan tersebut dapat dilakukan untuk tanaman jagung, yang tentunya dengan bantuan pemupukan. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh (Agsari et al 2020), pemenuhan konsentrasi fosfor yang tinggi dalam larutan tanahnya dapat terjadi dengan pemberian pupuk organik kotoran hewan. Hal ini karena kotoran hewan pada umumnya memiliki konsentrasi/ kandungan fosfor yang tinggi. Selain itu juga, dengan aplikasi pemupukan yang berasal dari kotoran hewan terbukti memperbaiki kondisi sifat-sifat fisik tanah (Abdillah & Budi 2021). Kondisi tanah yang kaya akan kandungan fosfor merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (Genesiska et al, 2021; Galushasti et al, 2024).

Selanjutnya, Sandrawati et al (2018) rendahnya ketersediaan fosfor di dalam tanah, karena P banyak dijerap oleh klei, Al dan Fe, maupun oleh alofan. Selain itu juga ketersediaan fosfor dikendalikan oleh tiga faktor utama, yaitu pH dan mineralogi tanah (MacDonald et al, 2012; Lal & Stewart, 2016), kandungan bahan organik, dan penempatan pupuk P. Kandungan pH tanah yang rendah sangat membatasi ketersediaan P untuk digunakan tanaman jagung (Lumbanraja et al. 2024). Untuk memperoleh hasil yang lebih optimal dalam produksi jagung di balantak selatan, maka petani harus menggunakan pupuk organik seperti kotoran hewan, agar kondisi fosfor yang tersedia untuk tanaman dapat memenuhi kebutuhan tanaman jagung pada saat penanaman dilakukan. Dari hasil penelitian ini, dapat diasumsikan bahwa kandungan unsur hara fosfor untuk tanaman jagung akan lebih baik dibudidayakan pada lahan dengan ketinggian tempat 150 sampai > 250 mdpl di wilayah Kecamatan Balantak Selatan. Karena kandungan fosfor yang tersedia pada lahan penelitian cukup memenuhi kebutuhan tanaman jagung. Sedangkan untuk ketinggian 0 sampai >150 mdpl, dapat dilakukan pembudidayaan tanaman jagung namun dengan bantuan pupuk.

KESIMPULAN

Kandungan fosfor pada ketinggian 0 sampai 150 mdpl (TS 1 dan TS 2) tergolong rendah. Sedangkan pada ketinggian > 150 hingga 250 mdpl (TS 3 dan TS 4), diperoleh kandungan fosfor yakni tergolong sedang. Dapat di simpulkan bahwa kandungan unsur hara fosfor untuk tanaman jagung akan lebih baik dibudidayakan pada lahan dengan ketinggian tempat 150 sampai > 250 mdpl di wilayah Kecamatan Balantak Selatan. Karena kandungan fosfor yang tersedia pada lahan penelitian cukup memenuhi kebutuhan tanaman jagung. Sedangkan untuk ketinggian 0 sampai > 150 mdpl dapat dilakukan pembudidayaan tanaman jagung namun dengan bantuan pupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H., & Budi, I. S. 2021. Pembuatan dan Aplikasi Bahan Pembenh Tanah Pada Pertanian di Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1): 23-28.
- Agsari, D., Utomo, M., Hidayat, K. F., & Niswati, A. 2020. Respon serapan hara makro-mikro dan produksi tanaman jagung (*Zea Mays L.*) terhadap pemupukan nitrogen dan praktik olah tanah jangka panjang. *Journal of Tropical Upland Resources* 2(1): 46-59. <https://doi.org/10.23960/jtur.vol2no1.2020.78>
- Asril, M., Lestari, W., Basuki, B., Sanjaya, M.F., Firgiyanto, R., Manguntungi, B., Sudewi, S., Swandi, M.K., Paulina, M. and Kunusa, W.R. 2023. *Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan*. Yayasan Kita Menulis. 152 hal.

- Baidowi, M., & Wibowo, A. S. 2017. Dosis Pupuk Phosphat Dan Takaran Pupuk Kandang Sapi Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Wijen (*Sesamum Indicum L.*). *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 11(2): 29-38. <https://doi.org/10.35457/viabel.v11i2.266>
- Baja, I. S. 2012. Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah. Penerbit Andi. Yogyakarta. 378 hal.
- Bantacut, T., Firdaus, Y. R., & Akbar, M. T. 2015. Pengembangan Jagung untuk Ketahanan Pangan, Industri dan Ekonomi Corn Development for Food Security, Industry and Economy. *Jurnal Pangan*, 24(2): 135-148.
- Dewi, Y. D. P., & Purwidiani, N. 2015. Studi Pola Konsumsi Makanan Pokok Pada Penduduk Desa Pagendingan Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura. *E-Journal Boga*, 4(3): 108-121.
- Efendi, E. N. W., Jumsurizal, J., & Amrizal, S. N. 2022. Pemanfaatan Limbah Jeroan Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) Dan Rumput Laut Coklat (*Sargassum Polycystum*) Sebagai Pupuk Padat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Marinade*, 5(01): 28-36.
- Erika, R. 2020. Pengaruh Lama Perendaman Benih Dalam Larutan PGPR Dan Dosis Pupuk TSP Terhadap Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Kacang Renek (*Vigna Unguiculata Var Sesquipedalis*). *Skripsi*. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Fageria, N. K., He, Z., & Baligar, V. C. 2017. Phosphorus management in crop production. CRC Press. 374 hal. <https://doi.org/10.1201/9781315162096>
- Fazrin, D. A., Hanum, C., & Irsal, I. 2014. Kadar N, P dan K Tanah Pada Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan dengan Berbagai Komposisi Penanaman Tanaman Sela di Bawah Tegakan. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(3): 1164 – 1172.
- Firdausi, N., & Muslihatin, W. 2016. Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat terhadap pH dan unsur hara fosfor dalam tanah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v5i2.20634>
- Galushasti, A., Ningtyas, D. P., Jumiatur, J., & Mukhlisin, I. 2024. Improvement of Maize Growth and Production through a Combination of Leaf Defoliation and SP-36 Dosage in a Close Cropping System. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 7(1): 24-32. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i1.1294>
- Genesiska, G., Mulyono, M., & Yufantari, A. I. 2021. Pengaruh jenis tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays L.*) varietas Pulut Sulawesi. *Plantropica: Journal Of Agricultural Science*, 5(2): 107-117. <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2020.005.2.2>
- Katili, H. 2020. Food Crop Land Use Planning in Banggai Regency. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 7(1): 12-24. <https://doi.org/10.32734/jopt.v7i1.3817>
- Katili, H. A., Sayedi, R., Puspaprawati, D., & Ladonu, I. 2022. Upaya Peningkatan Produksi Jagung Berbasis Aspek Kesuburan Tanah Di Kecamatan Simpang Raya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(3): 262-268. <https://doi.org/10.52045/jimfp.v3i1.426>
- Lal, R., & Stewart, B. A. 2016. Soil phosphorus. CRC Press.
- Lumbanraja, P., Nababan, M. L., Siagian, I., & Limbong, B. S. 2024. Kandungan Fosfor dan Hasil Tanaman Jagung Pada Ultisol Akibat Pemberian Biochar Dan Pupuk Kandang. *AGRICA*, 17(1): 58-66. <https://doi.org/10.37478/agr.v17i1.3347>
- MacDonald, G. K., Bennett, E. M., & Taranu, Z. E. 2012. The influence of time, soil characteristics, and land-use history on soil phosphorus legacies: a global meta-analysis. *Global Change Biology*, 18(6): 1904-1917. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02653.x>
- Mampioer, N., Husain, J., & Kaunang, D. 2019. Hara N, P Dan K Secara Kualitatif Disekitar Perakaran Tanaman Jagung (*Zea Mays L*) Di Desa Tatelu Rondor Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara. *Cocos* 11(2). <https://doi.org/10.35791/cocos.v11i2.27335>
- Preston, C. L., Ruiz Diaz, D. A., & Mengel, D. B. 2019. Corn response to long-term phosphorus fertilizer application rate and placement with strip-tillage. *Agronomy Journal*, 111(2): 841-850. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.07.0422>
- Pusat Penelitian Tanah, 1995. Petunjuk Teknis Evaluasi Kesuburan Tanah. Laporan Teknis No.14. Versi 2,0.1.REP II Project, CSAR, Bogor
- Putra, M.R.S. & Maizar. 2023. Pengaruh POC Eceng Gondok dan Pupuk Fosfat Alam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*). *Jurnal Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur*, 3(2): 16-32. <https://doi.org/10.25299/jaaa.2023.13964>

- Rahmawati, M., Santoso, R. S. S., & Setyaningrum, A. 2020. Phosphorus Fortification In The Manufacture Of Solid Organic Fertilizer Made From Beef Cattle Feces To Phosphor Levels And C/N Ratio. *Angon: Journal of Animal Science and Technology*, 2(1): 39-44. <https://doi.org/10.20884/1.angon.2020.2.1.p39-44>
- Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, dan E. Suryani. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor
- Sandrawati, A., Marpaung, T., Devnita, R., Machfud, Y., & Arifin, M. 2018. Pengaruh macam bahan organik terhadap nilai pH, pH₀, retensi P dan P tersedia pada Andisol Asal Ciater. *Soilrens: Jurnal Ilmiah lingkungan Ilmu Tanah pertanian*, 16(2): 50-56. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v16i2.20861>
- Saputra, P. W. B. 2022. Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Ketan Pada Beberapa Dosis Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Piper*, 18(2).
- Sari MN, Sudarsono S, dan Darmawan D, 2017. Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*. 1(1):65-71
- Sari, N. P., Santoso, T. I., dan Mawardi, S. 2013. Sebaran Tingkat kesuburan Tanah pada Perkebunan Rakyat Kopi Arabika di Dataran Tinggi Ijen- raung Menurut Ketinggian Tempat dan Tanaman Penaung. *Pelita perkebunan*. 29(2): 93 – 107.
- Sariani, S., Saida, S., Boceng, A., & Katili, H. A. 2023. Evaluasi Lahan Sebagai Dasar Pengembangan Tanaman Buah-Buahan Unggulan Di Kecamatan Tinangkung Selatan Kabupaten Banggai Kepulauan. *Savana Cendana*, 8(01), 18-24. <https://doi.org/10.32938/sc.v8i01.1979>
- Setiawati, M. R., Fitriatin, B. N., Suryatmana, P., & Simarmata, T. 2020. Aplikasi pupuk hayati dan azolla untuk mengurangi dosis pupuk anorganik dan meningkatkan N, P, C organik tanah, dan N, P tanaman, serta hasil padi sawah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1): 63-76. <http://dx.doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v12i1.8778>
- Trisilawati, O., Seswita, D., & Syakir, M. 2017. Serapan Hara N, P, K Pada Tujuh Nomor Harapan Serai Dapur Pada Tanah Lasotol/the Nutrient Uptake of N, P, and K of Seven Promising Numbers of Lemongrass in Latosol Soil. *Industrial Crops Research Journal*, 23(2): 105-111. <https://doi.org/10.21082/litri.v23n2.2017.105-111>
- Whitehead, D.C. 2000. Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships. New York: CABI Publishing.