

POLA SEBARAN RETENSI DAN KETERSEDIAAN HARA PADA TOPOSEKUEN LAHAN JAGUNG DI DESA PILOLAHEYA, KABUPATEN BONE BOLANGO

(Distribution Patterns of Retention and Nutrition Availability at Maize Land Toposequens in Pilolaheya Village, Bone Bolango Regency)

Nangsi Ismail, Nurdin*, Fitriah Suryani Jamin
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo

*Corresponding E-mail: nurdin@ung.ac.id

Doi: 10.20956/ecosolum.v11i1.19556

ABSTRACT

Information on land quality as the basis for land management in maize cultivation at the site level is very important, but generally not always available. Study aimed to determine the distribution pattern of nutrient retention and availability in Pilolaheya Village, Bone Bolango Regency. This study used soil survey and deskwork methods to analyze data of nutrient retention (organic C-OC, pH, base saturation-BS, cation exchange capacity-CEC), total N, P₂O₅, and K₂O for nutrient availability. The result shows that the distribution pattern of nutrient retention in corn topose sequences for soil pH on the lower slopes, base saturation on the lower and middle slopes tended to increase with soil depth, while soil pH on the upper slopes, OC and BS on the upper slopes tended to be the opposite., while the soil pH on the middle slope, OC on the lower and middle slopes, and the CEC of all slopes tended to be irregular with the depth of the soil. The distribution pattern of nutrient availability for Total N on the lower and middle slopes, and P₂O₅ on all slopes tends to be irregular with soil depth, while the total N on the upper slope tends to decrease with soil depth, while the distribution pattern of K₂O on the middle and upper slopes tends to be the same, but inversely proportional to the distribution pattern on the downslope.

Keywords: Distribution, retention, availability, nutrient, toposequence.

PENDAHULUAN

Fenomena yang penting untuk dipahami adalah adanya perubahan penggunaan lahan dan akibat dampak tersebut, sehingga dapat ditentukan tindakan pengelolaan lahan di masa mendatang (Suryani & Tarigan, 2019) sebab untuk meningkatkan produktivitas lahan perlu pengelolaan lahan yang tepat (Mustafa et al., 2014). Tindakan tersebut membutuhkan perencanaan penggunaan lahan yang berbasis kualitas lahan. Kualitas lahan merupakan kemampuan lahan untuk menunjukkan fungsi performa yang spesifik sebelum lahan tersebut terdegradasi (Beinroth et al., 2001). Suatu tanaman dinilai kesesuaian lahannya dengan memakai parameter kualitas dan karakteristik lahan (Sahetapy, 2009). Hasil penilaian tersebut akan memberikan arahan penggunaan lahan dan kemungkinan produksi yang akan diperoleh (Ritung et al., 2011).

Faktanya bahwa tidak semua karakteristik dan kualitas lahan berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman, termasuk tanaman jagung. Laporan Nurdin et al. (2020) menunjukkan bahwa kualitas lahan yang mempengaruhi produktivitas jagung komposit di Gorontalo berupa media perakaran, retensi hara, hara tersedia, dan penyiapan lahan, sementara karakteristik lahan yang mempengaruhi produktivitas jagung hanya berupa: pH, kedalaman efektif tanah, bahan kasar, K tersedia, tekstur, batuan permukaan dan singkapan batuan. Selanjutnya, kualitas lahan yang mempengaruhi produktivitas jagung lokal adalah media perakaran, ketersediaan oksigen, retensi hara, ketersediaan hara, bahaya erosi, dan penyiapan lahan, sementara karakteristik lahan yang mempengaruhi produktivitas jagung lokal adalah drainase, bahan kasar, pH, kedalaman efektif, N total, C organik, K tersedia, erosi tanah, kemiringan lereng, singkapan batuan dan batuan permukaan (Nurdin et al., 2021). Pada jagung hibrida, kualitas lahan yang mempengaruhi produktivitasnya berupa penyiapan lahan, hara tersedia, media perakaran, bahaya erosi, dan retensi hara, sementara karakteristik lahan yang mempengaruhi produktivitas jagung hibrida berupa kedalaman efektif, bahan kasar, C organik, batuan permukaan, N total, singkapan batuan, lereng, K tersedia, dan erosi tanah (Nurdin, 2021). Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa perlu penilaian lebih lanjut terkait penetapan kualitas dan karakteristik yang secara langsung mempengaruhi produksi jagung.

Retensi dan ketersediaan hara merupakan kualitas lahan yang melekat (*inherent*) pada sifat-sifat tanah. Retensi hara merupakan kemampuan tanah dalam menahan hara agar dapat diserap oleh tanaman yang dinilai dari kapasitas tukar kation (KTK), pH, C organik, dan kejenuhan basa (Wahyunto et al., 2016; Utami & Soewandita, 2021). Sementara itu, ketersediaan hara merupakan jumlah hara tersedia tanah dan tanaman siap menyerapnya berdasarkan nilai N total, P_2O_5 , dan K_2O (Wahyunto et al., 2016). Kedua kualitas lahan ini umumnya digunakan untuk menilai kesuburan dan produktivitas lahan di suatu lahan atau wilayah.

Salah satu desa di wilayah Kecamatan Bulango Ulu, Kabupaten Bone Bolango adalah Desa Pilolaheya yang memiliki beragam tipe penggunaan lahan, tetapi lebih dominan penggunaan lahan jagung (BPS Kabupaten Bone Bolango, 2021). Namun demikian, sampai saat ini belum tersedia data atau informasi kualitas lahan yang menunjang perencanaan penggunaan lahan atau bahkan pengelolaan lahan jagung di tingkat tapak (*site*) bagi masyarakat atau petani. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pola sebaran retensi hara dan ketersediaan hara di Desa Pilolaheya, Kabupaten Bone Bolango.

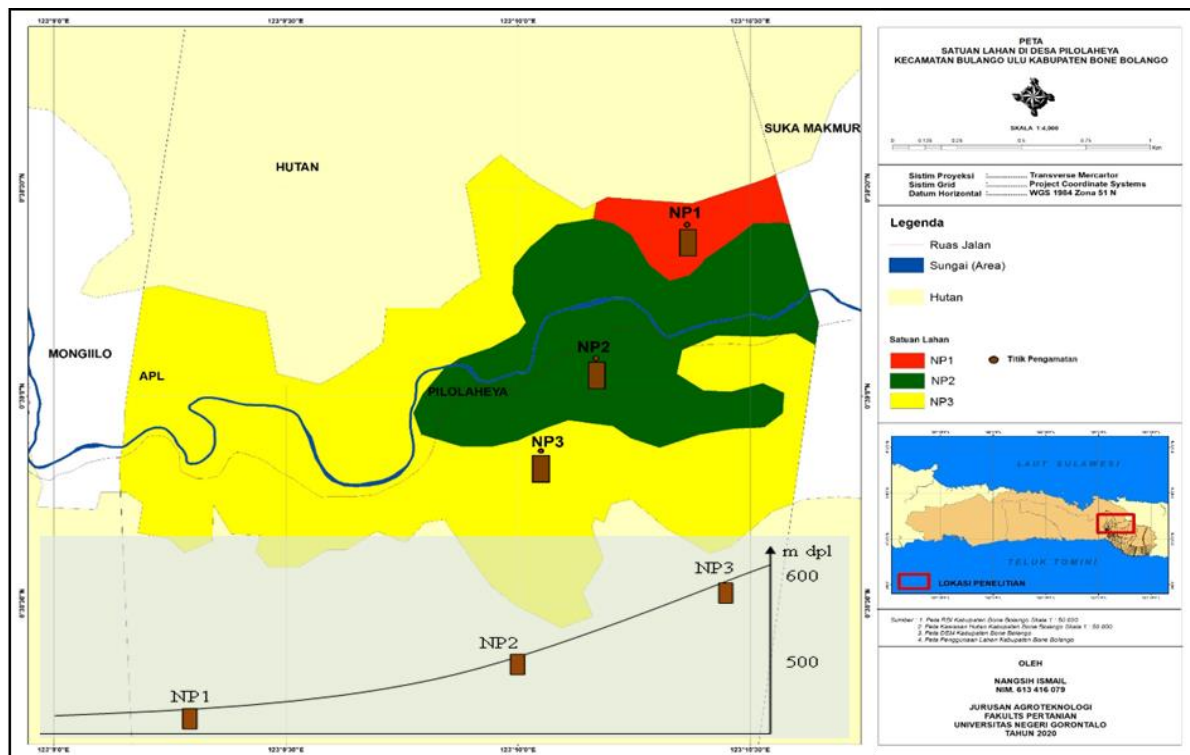
METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Pilolaheya Kecamatan Bulango Ulu Kabupaten Bone Bolango (Gambar 1). Waktu pelaksanaan penelitian ini mulai bulan Januari 2020 sampai April 2020. Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada $0^{\circ}39'45''$ LU – $123^{\circ}09'54,4''$ BT (Tabel 1), elevasi lokasi penelitian berkisar antara 477-599 mdpl, landform datar sampai berbukit, penggunaan lahan dominan tegalan, satuan fomasi seluruhnya Diorit Bone (Tmb) berupa batuan diorit, kuarsa, adamelit dan batuan granodiorit pada lereng 0 sampai 30 %.

Tabel 1. Legenda Peta Satuan Lahan Lokasi Penelitian

NP	Posisi Geografis	Elevasi (m dpl)	Landform	Penggunaan Lahan	Geologi	Lereng (%)	Luas	
							ha	%
NP1	$0^{\circ}39'45''$ LU – $121^{\circ}09'59,4''$ BT	477	Datar	Tegalan	Diorit Bone (Tmb)	0-3	17,06	4,92
NP2	$0^{\circ}38'59,3''$ LU – $23^{\circ}09'57,4''$ BT	529	Berombak	Tegalan	Diorit Bone (Tmb)	3-8	229,54	66,27
NP3	$0^{\circ}38'45''$ LU – $123^{\circ}09'54,4''$ BT	599	Berbukit	Tegalan, Kebun campuran	Diorit Bone (Tmb)	15-30	99,78	28,81
Total							346,37	100



Gambar 1. Peta satuan lahan

Bahan dan Alat

Bahan-bahan pada penelitian lapangan terdiri dari: contoh tanah, kertas label, kantong plastik dan karet pengikat. Sementara itu, alat lapangan yang digunakan berupa: sekop, pacul, pH meter, pisau, meteran, buku munsell, peta observasi, sabuk tanah, dan botol semprot air.

Analisis data menggunakan alat bantu (*tool*) meliputi: software Arc GIS versi 10.8, IBM SPSS versi 22, microsoft excell dan microsoft word. Sementara itu, bahan yang digunakan untuk analisis data kualitas lahan retensi hara berupa: C organik, KTK, pH, dan kejenuhan basa, sedangkan kualitas lahan hara tersedia, yaitu: N total, P₂O₅ dan K₂O.

Metode Penelitian

Secara umum, penelitian dilaksanakan dengan metode survei dan *deskwork*. Metode survei tanah digunakan dalam penelitian lapangan dan observasi lahan pada skala 1 : 4.000 dengan pendekatan fisiografi. Sementara itu, metode *deskwork* digunakan dalam menganalisis data lapangan maupun data tanah hasil analisis di laboratorium.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan

Pada tahap ini, dilakukan kajian pustaka daerah penelitian, pengurusan administrasi penelitian dan pengumpulan data sekunder berupa: peta administrasi Desa Pilolaheya skala 1 : 4.000 (BPS Kabupaten Bone Bolango, 2021), peta landform dan peta geologi skala 1 : 4.000 (BBSLDP, 2017), peta penggunaan lahan skala 1 : 4.000 (ekstraksi dari citra Google Earth) dan peta kemiringan lereng skala 1 : 4.000 (ekstraksi dari peta Rupa Bumi Indonesia), data iklim daerah penelitian selama 10 tahun terakhir.

2. Survei Tanah dan Observasi Lapangan

Pada tahap ini, dilakukan survei tanah melalui pembuatan profil tanah berukuran 1,5 m x 1,5 m x 2 m yang dilanjutkan pendeskripsian profil tanah tersebut mengacu pada Reyes (2006), serta pengambilan contoh tanah untuk dianalisis lanjut di laboratorium. Sembari melaksanakan survei tanah, dilakukan pula observasi lahan dengan menentukan lereng, pengecekan penggunaan lahan eksisting serta kondisi batuan permukaan dan singkapan batuan. Semua data yang diperoleh dituangkan dalam form kartu deskripsi profil tanah.

3. Analisis Contoh Tanah

Pada tahap ini, dilakukan analisis contoh tanah di laboratorium tanah Universitas Hasanuddin di Makassar. Parameter retensi dan ketersediaan hara yang dianalisis serta metode analisisnya tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter dan metode analisis contoh tanah terpilih

No	Parameter	Metode Analisis
1	Retensi Hara:	
	a. pH tanah	pH meter
	b. C organik (%)	Walkey and black
	c. Kapasitas tukar kation (me/100 g)	NH ₄ OAc pH7
	d. Kejenuhan basa (%)	NH ₄ OAc pH7
2	Ketersediaan Hara:	
	a. N-total (%)	Kjehdal
	b. P ₂ O ₅ (ppm)	Olsen, Spektrofotometer
	c. K ₂ O (mg/100 g)	HCl 25%, Titrasi

4. Tahap Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif berdasarkan tujuan penelitian. Penetapan kriteria sifat-sifat tanah berdasarkan kriteria Eviyati & Sulaeman (2009). Pola sebaran retensi dan ketersediaan hara dianalisis dengan memploting nilai karakteristik tanah didalamnya ke dalam grafik dua dimensi (x, -y) untuk melihat pola sebarannya dalam tanah seiring meningkatnya kedalaman tanah. Selanjutnya, pola sebaran tersebut dipaduserasikan dalam profil toposekuen lahan jagung di daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Sebaran Retensi Hara

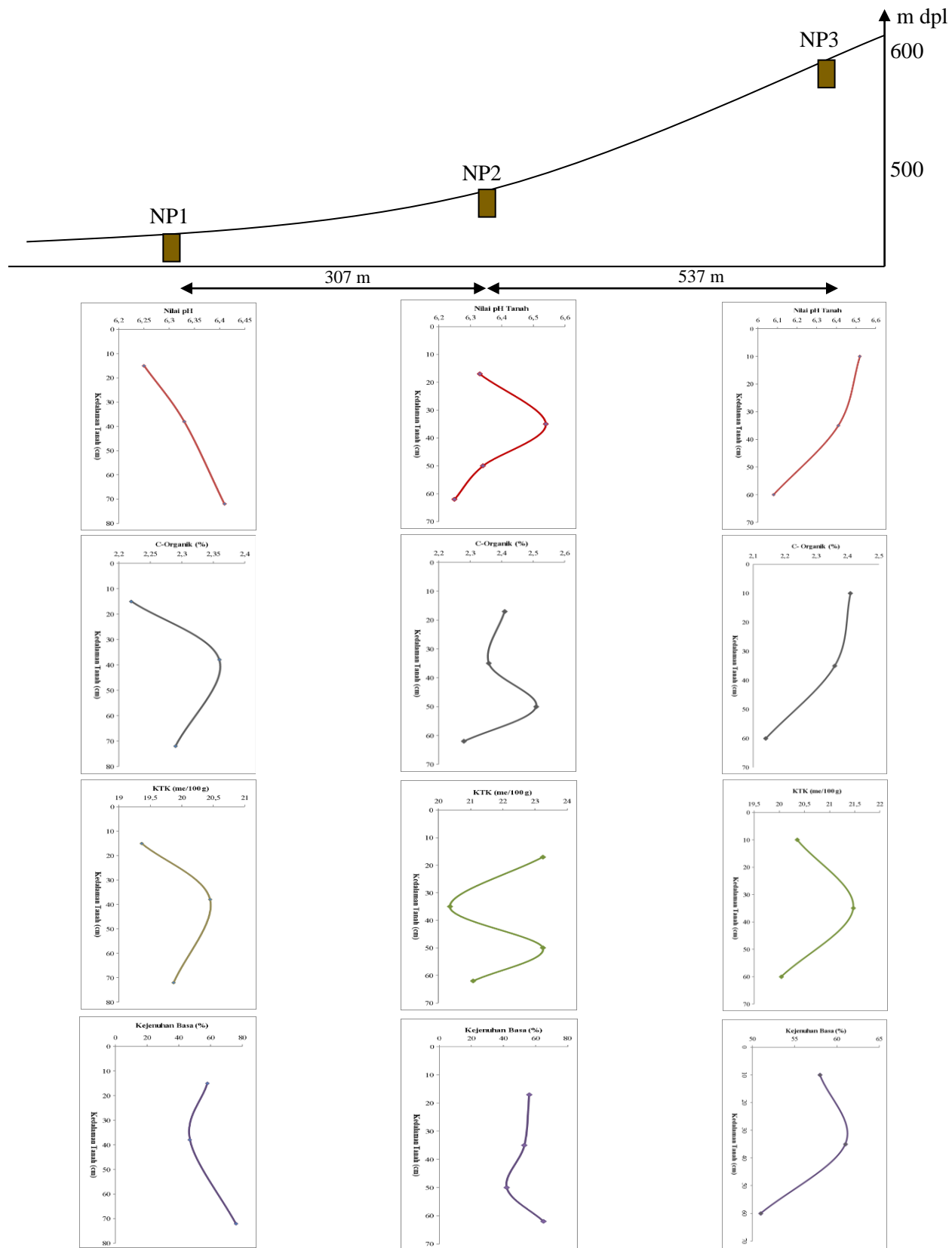
Secara umum, pola retensi hara di daerah penelitian relatif beragam setiap karakteristik tanah di dalamnya (Tabel 3). Sebaran pH tanah pada NP1, polanya cenderung meningkat seiring kedalaman tanah (Gambar 2), sementara pada NP2 pola sebarannya cenderung tidak beraturan seiring kedalaman tanah, sedangkan pada NP3 pola sebarannya berbanding terbalik dengan pola sebaran NP1. Semakin tinggi kemiringan lereng akan diikuti dengan penurunan nilai pH tanah (Banjarnahor et al., 2018).

Tabel 3. Karakteristik tanah dalam kualitas lahan retensi hara

SPL	Kedalaman Tanah (cm)	Retensi Hara			
		pH Tanah	C organik (%)	KTK (me/100 g)	Kejenuhan Basa (%)
NP1	0-15	6,25	2,22	19,36	58
	15-38	6,33	2,36	20,45	47
	38-72	6,41	2,29	19,87	76
NP2	0-17	6,33	2,41	23,25	56
	17-35	6,54	2,36	20,36	53
	35-50	6,34	2,51	21,08	42
	50-62	6,25	2,28	21,08	65
NP3	0-10	6,52	2,41	20,36	58
	10-35	6,41	2,36	21,47	61
	35-60	6,08	2,14	20,04	51

Daerah penelitian hanya memiliki kisaran pH tanah antara agak masam sampai netral saja. Tampaknya, pH tanah di daerah penelitian lebih dipengaruhi kadar C organiknya. Semakin tinggi kadar C organik akan diikuti peningkatan pH tanah (Tambunan et al., 2019). Arifin et al., (2018) menyatakan bahwa pada setiap posisi lereng yang pH tanahnya tidak berbeda nyata akan diikuti dengan tidak berbeda nyatanya C organik.

Kadar C organik di daerah penelitian tergolong sedang dengan rata-rata > 2% (Tabel 3 dan Gambar 2). Pola sebaran C organik pada NP1 dan NP2 relatif sama, sedangkan pada NP3 cenderung turun seiring kedalaman tanah. Menurut Nurdin (2010), tanah yang telah berkembang mengikuti pola tersebut, sementara C organik yang polanya sedikit naik turun adalah sisa turunan bahan induk tanah yang diendapkan air ke dalam tanah. Kadar C organik secara nyata dipengaruhi oleh penggunaan lahan dan kemiringan lereng (Septianugraha & Suriadikusumah, 2014). Pada NP1 yang berada di lereng bawah merupakan daerah endapan aluvial, sehingga lahan lebih intensif dibudidayakan untuk tanaman jagung dibandingkan lahan pada NP2 di lereng tengah yang kurang intensif dibudidayakan untuk tanaman jagung, sedangkan NP3 yang berada lereng atas relatif jarang diolah untuk budidaya jagung karena lebih banyak disemprot dengan herbisida untuk pembersihan lahannya.



Gambar 2. Pola sebaran retensi hara

Kapasitas tukar kation (KTK) di daerah penelitian tergolong sedang. Pola sebaran KTK pada NP1 dan NP3 cenderung sama seiring kedalaman tanah (Tabel 3 dan Gambar 2), sedangkan NP2 cenderung tidak beraturan atau naik turun seiring kedalaman. Namun demikian, nilai KTK pada NP2 lebih tinggi dibandingkan KTK pada NP3 dan NP1, sehingga membentuk pola nilai KTK: NP2 > NP3 > NP1. Bahan organik dan jenis mineral liat adalah dua faktor yang mempengaruhi KTK (Prasetyo et al., 2007). Hal ini cukup beralasan karena kadar C organik NP2 lebih tinggi dibandingkan NP3 dan NP1, sehingga nilai KTK pada NP2 lebih tinggi di daerah penelitian. Tampaknya, nilai KTK tanah lebih ditentukan oleh pH tanah. Menurut Arifin et al. (2018), nilai KTK selain muatannya permanen juga muatannya tergantung pH, sehingga C organik dan pH yang tidak berbeda nyata sejalan dengan tidak berbeda nyata KTK pada setiap posisi lereng.

Kejenuhan basa (KB) di daerah penelitian tergolong tinggi. Pola sebaran KB pada NP1 dan NP2 cenderung sama yang meningkat seiring dengan kedalaman tanah (Tabel 3 dan Gambar 2). Sementara itu, pada NP3 pola sebarannya berbanding terbalik dengan pola sebaran KB pada NP1 dan NP2, dimana semakin dalam kedalaman tanah justru KB semakin menurun serta cenderung berlawanan arah. Nilai KB sangat dipengaruhi oleh basa-basa dan KTK serta pH tanah (Nurdin, 2010) dimana semakin tinggi pH akan diikuti tingginya kejenuhan basa. Jumlah kation basa dan pH tanah menentukan nilai KB secara relatif (Pinatih et al., 2015) dan hubungan antara pH dan KB umumnya bersifat positif (Sudaryono, 2009).

Pola Sebaran Ketersediaan Hara

Secara umum, pola ketersediaan hara di daerah penelitian relatif beragam setiap karakteristik tanah di dalamnya (Tabel 4). Kadar N total di daerah penelitian tergolong. Pola sebaran N total pada NP1 dan NP3 cenderung sama yakni naik-turun-naik seiring kedalaman tanah (Gambar 3). Sementara itu, pada NP2 pola sebaran N total cenderung tidak beraturan seiring kedalaman tanah.

Intensitas penggunaan lahan untuk budidaya jagung pada NP1 dan NP2 menjadi penyebab utama rendahnya N total di daerah penelitian. Kadar N dipengaruhi oleh perbedaan penggunaan lahan (Putri et al., 2019). Menurut Siswanto (2018), paling banyak N berasal dari atmosfer dan secara alami tidak tersedia dalam bentuk N mineral, dimana melalui hujan N masuk ke tanah atau difiksasi bakteri penambat N di udara seperti *Rhizobium*. Kebutuhan N tanaman

mampu disediakan bakteri sebesar 50-70% (Bhattacharyya et al., 2008). Bahan induk tanah dan iklim serta cara pengelolaan yang berbeda berhubungan erat dengan sebaran N dalam tanah (Siswanto, 2018). Diduga, rendahnya kadar N total pada NP2 karena tanah tersebut lebih intensif diolah dibanding lainnya.

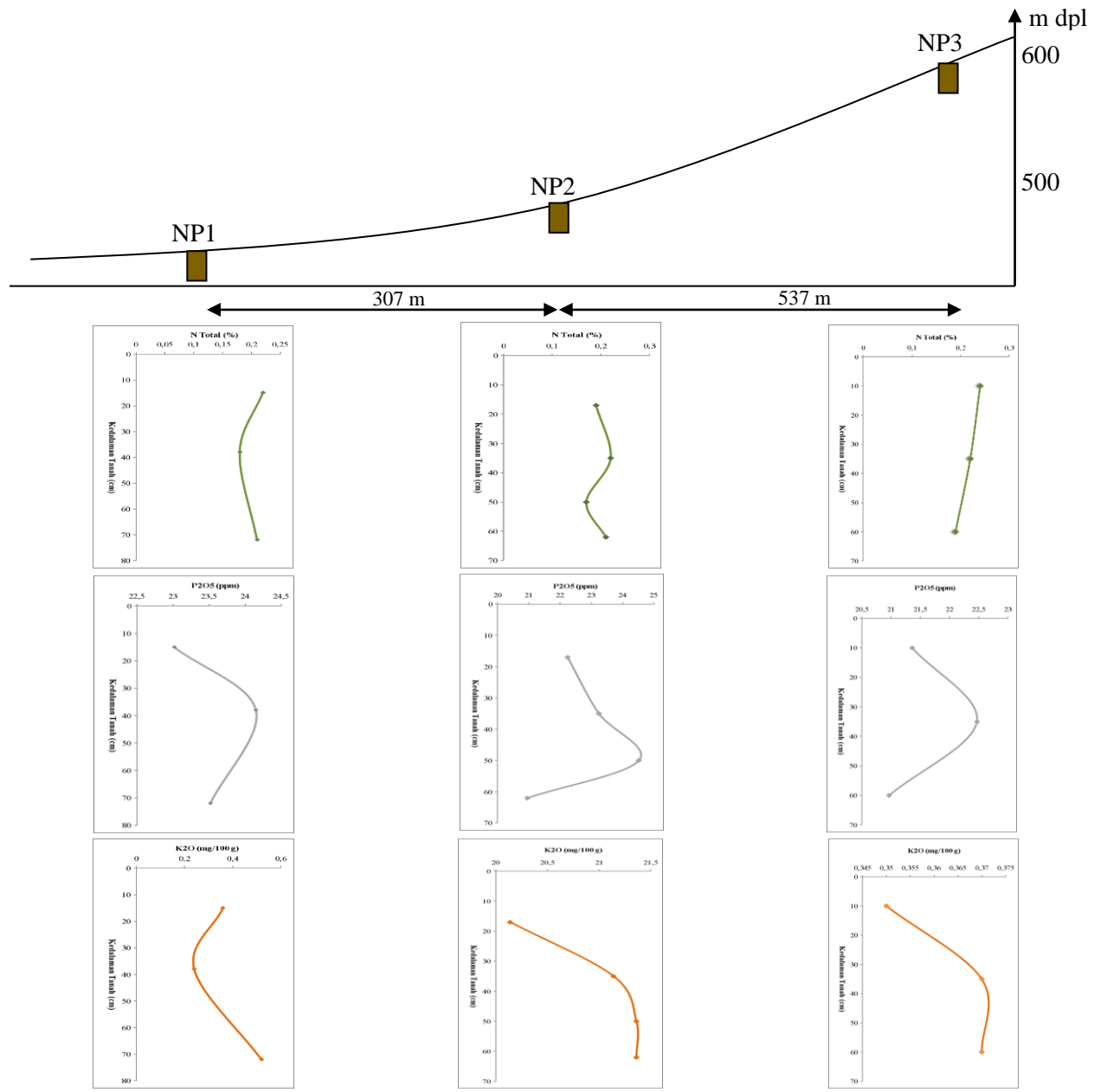
Tabel 4. Karakteristik tanah dalam kualitas lahan ketersediaan hara

SPL	Kedalaman Tanah (cm)	Ketersediaan Hara		
		N total (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (mg/100 g)
NP1	0-15	0,22	23,02	0,36
	15-38	0,18	24,15	0,24
	38-72	0,21	23,52	0,52
NP2	0-17	0,19	22,24	20,14
	17-35	0,22	23,24	21,14
	35-50	0,17	24,52	21,52
	50-62	0,21	20,96	19,63
NP3	0-10	0,24	21,36	0,35
	10-35	0,22	22,47	0,37
	35-60	0,19	20,97	0,41

Kadar P₂O₅ di daerah penelitian tergolong rendah (Tabel 4). Pola sebaran pada semua SPL cenderung sama dan tidak beraturan seiring kedalaman tanah (Gambar 3). Namun demikian, nilai P₂O₅ lebih tinggi pada NP1, diikuti NP2 dan NP3 dengan pola: NP1 > NP 2 > NP 3. Hal ini diduga karena posisi NP1 berada pada lereng bawah yang merupakan dataran aluvial tempat akumulasi bahan-bahan dari daerah atasnya, sehingga ketersediaannya lebih banyak. Fosfor tersedia dalam tanah ditentukan oleh bahan organik, pH, tekstur tanah (Hadi et al., 2014), juga suhu, aerasi tanah, dan unsur hara lain yang tersedia (Siswanto, 2018). Pada penelitian ini, P tersedia menggunakan metode Olsen yang diekstrak dengan NaHCO₃ menyebabkan pH naik, sehingga banyak P yang terlepas. Metode Olsen mampu membaca bentuk-bentuk P tanah, yaitu: H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, dan PO₄³⁻ (Umaternate et al., 2014).

Kadar K₂O di daerah penelitian tergolong sedang dan rendah (Tabel 4). Pola sebaran K₂O pada NP2 dan NP3 cenderung sama, tetapi berbading terbalik dengan pola sebarannya pada NP1 seiring kedalaman tanah (Gambar 3). Tingginya K pada NP2 disebabkan oleh intensitas pengelolaan lahan yang lebih tinggi untuk budidaya jagung. Menurut Nursyamsi et al. (2007), kadar K-potensial tanah berkaitan erat dengan tingkat pengelolaannya, selain dipengaruhi oleh bahan induk. Dibandingkan N dan P, K relatif banyak dan melimpah di permukaan bumi, dimana pada kedalaman 15,24 cm (93 m²), tanah mengandung 400-650 kg K (Siswanto, 2018). Menurut

Ispandi (2002), K dalam mineral primer (90-98%) dan K yang terjerap dalam koloid (1-10%) karena muatannya positif tidak terserap tanaman, dan hanya K dalam larutan tanah sekitar 1-2% saja yang dapat diserap tanaman.



Gambar 3. Pola sebaran ketersediaan hara di daerah penelitian

KESIMPULAN

Pola sebaran retensi hara pada toposekuen lahan jagung untuk pH tanah pada lereng bawah, kejenuhan basa lereng bawah dan tengah cenderung meningkat seiring kedalaman tanah, sementara pH tanah pada lereng atas, C organik dan kejenuhan basa lereng atas cenderung

sebaliknya, sedangkan pH tanah pada lereng tengah, C organik lereng bawah dan tengah, serta KTK semua lereng cenderung tidak beraturan seiring kedalaman tanah.

Pola sebaran ketersediaan hara untuk N total pada lereng bawah dan tengah, serta P₂O₅ semua lereng cenderung tidak beraturan seiring kedalaman tanah, sementara N total pada lereng atas cenderung menurun seiring kedalaman tanah, sedangkan pola sebaran K₂O pada lereng tengah dan atas cenderung sama, tetapi berbanding terbalik dengan pola sebarannya pada lereng bawah di daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Putri, N. D., Sandrawati, A., & Harryanto, R. (2018). Pengaruh Posisi Lereng terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Inceptisols di Jatinangor. *SoilREns*, 16(2), 37–44. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v16i2.20858>
- BBSDLP. (2017). *Peta Tanah Semi Detail Kabupaten Bone Bolango*. In Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan.
- Banjarnahor, N., Hindarto, K. S., & Fahrurrozi. (2018). Hubungan Kelerengan Dengan Kadar Air Tanah, Ph Tanah, Dan Penampilan Jeruk Gerga Di Kabupaten Lebong. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(1), 13–18. <https://doi.org/10.31186/jipi.20.1.13-18>
- Beinroth, F. H., Eswaran, H., & Reich, P. F. (2001). Global Assessment of Land Quality. *Sustaining the Global Farm: Selected Papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting*, 569-574. <http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb-old/isco99/pdf/ISCODisc/SustainingTheGlobalFarm/P233-Beinroth.pdf>
- Bhattacharyya, R., Kundu, S., Prakash, V., & Gupta, H. S. (2008). Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean-wheat system of the Indian Himalayas. *European Journal of Agronomy*, 28(1), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.04.006>
- BPS Kabupaten Bone Bolango. (2021). *Kecamatan Bulango Ulu dalam Angka 2020*.
- Eviyati, & Sulaeman. (2009). Analysis of soil, chemical, plants, water, and fertilizer. In *Indonesia Centre of Soil Research*.
- Hadi, M., Razali, R., & Fauzi, F. (2014). Pemetaan Status Unsur Hara Fosfor dan Kalium di Perkebunan Nanas (*Ananas Comosus* L. Merr) Rakyat Desa Panribuan Kecamatan Dolok Silau Kabupaten Simalungun. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(2), 97967. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7046>
- Ispandi, A. (2002). Pupukan NPKS dan Dinamika Hara dalam Tanah dan Tanaman Kacang Tanah di Lahan Kering Tanah Alfisol. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 21(1), 48–56. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ID2006000149>
- Mustafa, A., Hasnawi, Athirah, A., Sommeng, A., & Ali, S. A. (2014). Karakteristik, Kesesuaian, dan Pengelolaan Lahan untuk Budidaya di Tambak Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1), 135–149.

<https://doi.org/10.15578/jra.9.1.2014.135-149>

- Nurdin. (2010). *Development, Classification and Rainfed Paddy Soils Potency Derived from Lacustrine Materials in Paguyaman, Gorontalo* [Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/57081>
- Nurdin. (2021). *Development of Maize Land Suitability Criterion and Its Implementing to Gorontalo Sustainability Agriculture Areas* [Disertasi Program Pascasarjana Universitas Brawijaya].
- Nurdin, Rayes, M. L., Soemarno, & Sudarto. (2020). Study of Land Quality and Land Characteristics that Determine the Productivity of Composite Maize Varieties in Gorontalo. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(12), 500–509. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.12.81>
- Nurdin, Rayes, M. L., Soemarno, & Sudarto. (2021). Analysis of Quality and Land Characteristics That Control Local Maize Production in Gorontalo. *The International Seminar on Promoting Local Resources for Sustainable Agriculture and Development (ISPLRSAD 2020)*, 13(Isplrsad 2020), 438–446.
- Nursyamsi, D., Idris, K., Sabiham, S., Rachim, D. A., & Sofyan, A. (2007). Sifat-sifat tanah dominan yang berpengaruh terhadap K tersedia pada tanah-tanah yang didominasi. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 26(3), 13–28.
- Pinatih, I. D. A. S. P., Kusmiyarti, T., & Susila, K. D. (2015). Evaluasi Status Kesuburan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 4(4), 282–292.
- Prasetyo, B. H., Suganda, H., & Kasno, A. (2007). The Influence of Volcanic Materials on the Properties of Paddy Soils. *Soil and Climate Journal*, 25, 45–58.
- Putri, H. O., Utami, S. R., & Kurniawan, S. (2019). Soil Chemical Properties in Various Land Uses of UB Forest. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 06(01), 1075–1081. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.6>
- Rayes, M. L. (2006). *Deksripsi Profil Tanah di Lapangan*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A., & Suryani, E. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sahetapy, J. (2009). Evaluasi Lahan untuk Penetapan Tipe Pertanian Konservasi pada Kawasan Pengelolaan Sampah Terpadu Toisapu. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 5(1), 19–26.
- Septianugraha, R., & Suriadikusumah, A. (2014). Pengaruh Penggunaan Lahan dan Kemiringan Lereng terhadap C organik dan Permeabilitas Tanah di Sub DAS Cisangkuy Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. *Agrin*, 18(2), 158–166.
- Siswanto, B. (2018). Sebaran Unsur Hara N, P, K dan pH Dalam Tanah. *Buana Sains*, 18(2), 109–128. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1184>
- Sudaryono. (2009). Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3), 337–346. <https://doi.org/10.29122/jtl.v10i3.1480>

- Suryani, E., & Tarigan, S. D. (2019). Optimasi Perencanaan Penggunaan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografi (Sig) dan Soil and Water Assessment Tool (Swat) (Suatu Studi di Das Cijalupang, Bandung, Jawa Barat). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 11(2), 63–70. <https://doi.org/10.29244/jitl.11.2.63-70>
- Tambunan, R. A., Kemala, S., & Lubis, R. (2019). Kajian pH, C organik serta Tekstur Tanah Ultisol pada Beberapa Vegetasi. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 7(1), 223–229.
- 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. <https://doi.org/10.35799/jm.3.1.2014.3898>
- Utami, D. N., & Soewandita, H. (2021). Kajian Kesuburan Lahan untuk Evaluasi Lahan Kaitannya untuk Mitigasi Bencana Kekeringan di Kabupaten Nganjuk. *Jurnal ALAMI : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 4(2), 81–95. <https://doi.org/10.29122/alami.v4i2.4517>
- Wahyunto, Hikmatullah, Suryani, E., Tafakresnanto, C., Ritung, S., Mulyani, A., Sukarman, Nugroho, K., Sulaeman, Y., Apriyana, Y., Suciantini, S., Pramudia, A., Suparto, Subandiono, R. E., Sutriadi, T., & Nursyamsi, D. (2016). *Pedoman Penilaian Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian Strategis Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000*.