

KARAKTERISTIK KESUBURAN TANAH PADA LOKASI TUMBUH TANAMAN SUMBER BIOFUEL DENGAN ELEVASI BERBEDA

Muliana¹

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Jl. Medan-Banda Aceh Cot Teungku Nie Reuleut, Kecamatan Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara,
Provinsi Aceh. 24355. Indonesia.
Email: muliana@unimal.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Aceh Utara terdapat sejumlah tumbuhan yang berpotensi sebagai biofuel, namun data karakteristik kimia tanah di lokasi tempat tumbuh tanaman tersebut belum tersedia. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji karakteristik kimia tanah pada beberapa lokasi tempat tumbuh tanaman sumber biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri dan jagung) pada elevasi berbeda. Penelitian ini dilakukan di lima lokasi dengan elevasi rata-rata 2, 27, 32, 65 dan 366 meter dari permukaan laut) dalam Kabupaten Aceh Utara. Metode penelitian survei, sampel tanah diambil pada kedalaman 0-30 cm pada lokasi di bawah tanaman sumber biofuel dan analisis laboratorium. Parameter sifat kimia tanah dan metode analisis adalah pH H₂O (pH meter 1: 2, 5), C-organik (spektrofotometer), N-total (Kjeldahl), P-tersedia (Bray II), K-dd (Morgan) dan KTK (NH₄OAc). pH (H₂O) dan C-organik dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Sedangkan N-total, P-tersedia, K-dd dan KTK dianalisis di Laboratorium BPTP Aceh. Hasil penelitian secara umum rata-rata sifat kimia tanah di beberapa kecamatan/lokasi (elevasi berbeda) di Kabupaten Aceh Utara pada tanah lokasi tempat tumbuh empat jenis tanaman sumber biofuel dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut, lokasi elevasi 27 > lokasi elevasi 32 > lokasi elevasi 65 > lokasi elevasi 366 > lokasi elevasi 2 m dpl.

Kata Kunci : *Budidaya, Energi Terbarukan, Komoditas, Kimia Tanah, Tanaman*

ABSTRACT

North Aceh Regency has a number of plants that have the potential as biofuels, but data on the chemical characteristics of the soil in the location where these plants grow are not yet available. The purpose of this study was to examine the chemical characteristics of the soil in several locations where biofuel source plants grow (oil palm, coconut, candlenut and corn) at different elevations. This research was conducted in five locations with an average elevation of 2, 27, 32, 65 and 366 meters above sea level) in North Aceh District. Survey research method, soil sampling at a depth of 0-30 cm below the biofuel source plant and laboratory analysis. Parameters of soil chemical properties and analytical methods were pH H₂O (pH meter 1: 2, 5), C-organic (spectrophotometer), N-total (Kjeldahl), P-available (Bray II), K-dd (Morgan) and CEC (NH₄OAc). pH (H₂O) and organic C were analyzed at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, Malikussaleh University. Meanwhile, N-total, P-available, K-dd and KTK were analyzed at the Aceh AIAT Laboratory. The results of the study were generally the average soil chemical properties in several sub-districts/locations (different elevations) in North Aceh Regency on the soil where four types of biofuel source plants grew from the highest to the lowest in a row, elevation location 27 > elevation location 32 > location elevation 65 > location elevation 366 > location elevation 2 m above sea level.

Keywords: Cultivation, Renewable Energy, Commodities, Soil Chemical, Plants

PENDAHULUAN

Sumber biofuel atau bahan bakar nabati (BBN) terbagi ke dalam tiga kategori, yaitu: 1.

tanaman penghasil minyak/lemak (kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, nyamplung, kemiri sunan, paongamia); 2. . tanaman penghasil

pati/gula (tebu, ubi kayu, jagung, sagu aren, sorgum dan makroalga); dan 3. tanaman mengandung lignoselulosa (limbah pertanian, limbah kehutanan dan rumput gajah) (Direktorat Sumber Daya Energi, Mineral, dan Pertambangan, 2005). Hasil penelitian Muliana dan Handayani (2022), bahwa jenis tumbuhan (tanaman) yang berpotensi sebagai sumber biofuel yang terdapat di Kecamatan Cot Girek, Dewantara, Muara Batu, Nisam Antara, dan Sawang, Kabupaten Aceh Utara adalah: kelapa sawit, kelapa, kemiri, karet, sagu, aren, kedelai, jagung dan ubi kayu (singkong). Lokasi pada elevasi (ketinggian tempat), pengolahan tanah dan vegetasi. Hasil penelitian Supriadi *et al.* (2016) menginformasikan hubungan ketinggian tempat dengan status sifat kimia tanah, yaitu semakin tinggi tempat semakin pH, C-organik, N-total, Na, dan KTK, namun untuk P₂O₅ total semakin menuru. Hal tersebut relatif berbeda dengan hasil penelitian Wijanarko *et al.* (2017) yang mendapatkan data bahwa semakin tinggi tempat maka semakin rendah pH, N-total, P-Bray 1, S, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, dan KTK, tetapi sebaliknya untuk C-organik, C:N rasio, bahan organik dan K-dd.

Tanah yang dikelola secara intensif tanpa pemberian pupuk organik dengan pemberian pupuk an-organik yang tinggi akan mengakibatkan kandungan C-organik tanah menjadi rendah dan meningkatkan akumulasi hara P dan K (Muliana *et al.*, 2018). Bahan organik lebih banyak pada lahan hutan dibandingkan lahan semusim karena lahan hutan memiliki suplai lebih tinggi dari serasah pohon daripada lahan tanaman semusim. Petani pada lahan tanaman semusim lebih dominan mengaplikasikan pupuk sintetis daripada pupuk organik sehingga bahan organik pada lahan tanaman semusim lebih rendah dari pada hutan (Zuhdi *et al.* 2022).

Karbon organik salah satu indikator kesehatan tanah. Peningkatan C-organik tanah akan memberikan sejumlah keuntungan lain termasuk peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman, peningkatan retensi air dan nutrisi, penurunan limpasan sedimen dan polutan, dan peningkatan keanekaragaman hayati tanah (Lal, 2004), tetapi tanah yang kandungan C-organik sangat rendah (<1%) tanah tersebut dikatakan tanah sakit.

Setiap tumbuhan (vegetasi) yang tumbuh pada suatu tanah akan berpengaruh terhadap kesuburan tanah di bawahnya. Sesungguhnya tumbuhan dan tanah memiliki hubungan timbal balik, apabila tanaman tumbuh subur pada suatu tanah maka dapat diduga bahwa tanah tersebut memiliki kualitas yang baik, begitu juga sebaliknya. Tumbuhan akan berkontribusi terhadap fisik, kimia dan biologi tanah. Ketiga hal tersebut menjadi indikator kesuburan suatu tanah. Tumbuhan (vegetasi) dan arsitektur akarnya akan berkontribusi terhadap C organik tanah (Teixeira *et al.*, 2011; Jobba'gy & Jackson, 2000; De Deyn *et al.*, 2008; Fissore *et al.*, 2008) dan akan berkontribusi juga terhadap sifat tanah lainnya.

Penelitian terhadap pH, C-organik, kapasitas tukar kation (KTK), nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) tanah perlu dilakukan untuk mengungkapkan kriteria kesuburan tanah pada lokasi berbeda di bawah tempat tumbuh beberapa tanaman sumber biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri dan jagung). Target atau luaran dari penelitian ini adalah data kriteria kesuburan (sifat kimia tanah) tanah yang didapatkan menjadi informasi penting untuk pengembangan tanaman biofuel pada tempat penelitian di masa yang akan datang dan menjadi data ilmiah untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei, pengambilan sampel tanah, analisis kimia tanah, olah data dan penyajian hasil. Survei ditetapkan di lima lokasi yaitu Kecamatan Dewantara, Muara Batu, Cot Girek, Sawang dan Nisam Antara, Kabupaten Aceh Utara. Kegiatan yang dilakukan pada survei adalah survei potensi tumbuhan sumber biofuel, yaitu pengumpulan data dengan menggunakan kuisioner, wawancara dengan camat, kepala Balai Penyuluh Pertanian (BPP), Mantri Tani, Mantri Perkebunan. Bersamaan dengan survei dilakukan juga penetapan lokasi titik pengambilan sampel tanah di setiap kecamatan tersebut. Sampel tanah diambil pada tanah yang ditumbuhi tanaman sumber biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri dan jagung), masing-masing di lokasi dan ketinggian tempat yang berdeda. Lokasi dan

ketinggian tempat tersebut adalah Kecamatan Dewantara, Muara Batu, Cot Girek, Sawang dan Nisam Antara, yang berturut-turut pada ketinggian tempat rata-rata 2, 27, 32, 65 dan 366 meter dari permukaan laut. Sampel tanah diambil menggunakan bor tanah pada kedalaman (0-30 cm). Setiap satu sampel tanah merupakan hasil komposit dari 5 sub sampel tanah. Tanah komposit tersebut diambil satu kilogram, lalu dikeringanginkan, dihaluskan, kemudian dianalisis.

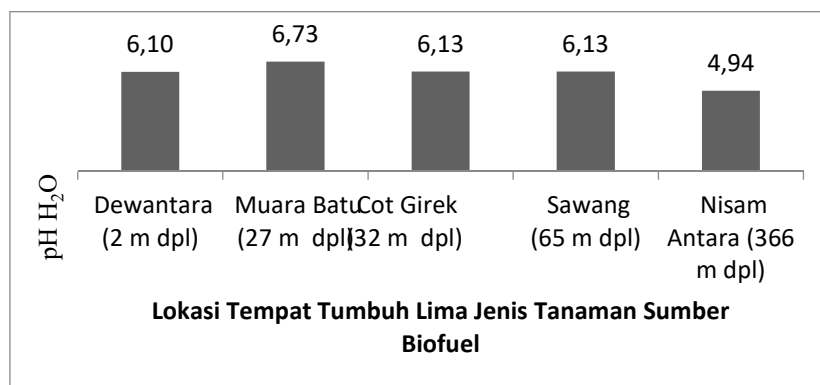
Parameter kesuburan (sifat kimia) tanah dan metode analisis adalah pH H₂O (pH meter 1: 2,5), C-organik (spektrofotometer), N-total (Kjeldahl), P-tersedia (Bray II), K-dd (Morgan) dan KTK (NH₄OAc). pH (H₂O) dan C-organik dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Sedangkan N-total, P-tersedia, K-dd dan KTK dianalisis di Laboratorium BPTP Aceh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi Tanah

Hasil analisis reaksi tanah (pH H₂O) pada beberapa kecamatan (elevasi berbeda) di Kabupaten Aceh Utara pada tanah tempat tumbuh lima jenis tanaman sumber biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri, jagung) disajikan pada Gambar 1. Lokasi Kecamatan Dewantara

(2 m dpl), Cot Girek (32 m dpl) dan Sawang (65 m dpl) memiliki pH H₂O tanah kriteria agak masam. Sementara untuk lokasi Kecamatan Muara Batu (27 m dpl) kriteria pH H₂O paling tinggi dengan kriteria netral, sedangkan pada lokasi Nisam Antara (366 m dpl) nilai pH H₂O paling rendah dibandingkan dengan lokasi lainnya yang masuk ke dalam katagori masam. Dari data-data tersebut dapat disimpulkan bahwa ketinggian tempat relatif tidak berpengaruh secara absolut terhadap pH H₂O tanah pada ketinggian berbeda, walaupun demikian, pada ketinggian tempat yang jauh lebih tinggi yaitu di lokasi Nisam Antara dengan ketinggian 366 dpl memperlihatkan penurunan nilai pH H₂O tanah yang cukup signifikan, jika dibandingkan dengan lokasi Dewantara (2 m dpl) turun sebesar 23,48%, dengan Muara Batu (27 m dpl) turun 36,23%, Cot Girek (32 m dpl) dan Sawang (65 m dpl) masing-masing turun 24,09%. Sedangkan perbedaan ketinggian tempat yang sempit (antara 2 sampai 65 m dpl) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada ketinggian di atas 1000 sampai 2700 mdpl juga menunjukkan perunan nilai pH yang nyata (Ram *et al.* 2015; Charan *et al.* 2013; Wijanarko *et at.* 2017).



Gambar 1. Nilai Rata-rata pH (H₂O) Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

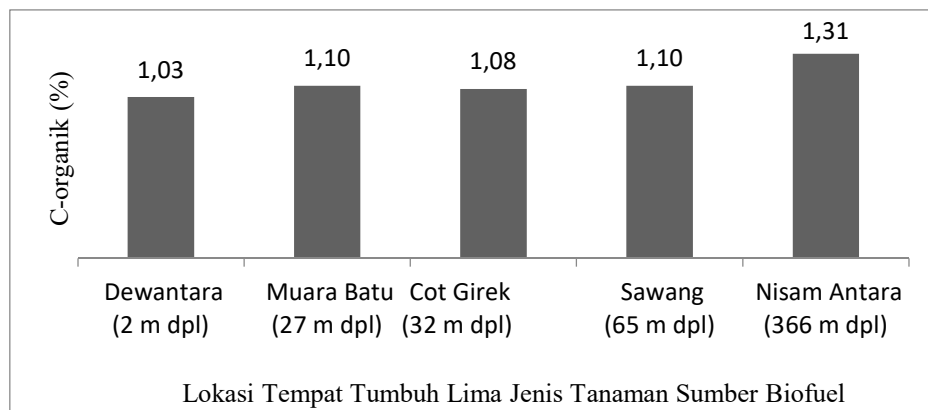
Karbon Organik

Hasil analisis karbon organik (C-organik) pada beberapa kecamatan (elevasi berbeda) di Kabupaten Aceh Utara pada tanah tempat tumbuh lima jenis tanaman sumber

biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri, jagung) disajikan pada Gambar 2. Kandungan karbon organik (C-organik) tanah pada lokasi penelitian semuanya kriteria rendah, baik pada lokasi kecamatan Dewantara (2 m dpl), Muara

Batu (27 m dpl) dan Cot Girek (32 m dpl), Sawang (65 m dpl) dan Nisam Antara (366 m dpl). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi tempat tumbuh tanaman sumber biofuel yang berbeda dengan ketinggian tempat yang berbeda tidak membedakan status kandungan C-organik tanah secara signifikan, namun demikian dalam interval yang sempit nilai C-organik relatif semakin tinggi seiring semakin tinggi elevasi, kecuali pada lokasi Cot Girek (32 m dpl) yang lebih rendah dibandingkan lokasi Muara Batu (27 m dpl). Kondisi bahan

organik berkaitan dengan keragaman dan jumlah vegetasi serta timbunan seresah di permukaan tanah. Karbon organik di lokasi penelitian yang rendah bisa disebabkan oleh proses dekomposisi yang cepat karena suhu. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa semakin tinggi elevasi, kandungan C-organik juga semakin tinggi (Charan *et al.* 2013; Sari *et al.* 2013; Saeed *at al.* 2014; Ram *et al.* 2015; Wijanarko *et at*, 2017).

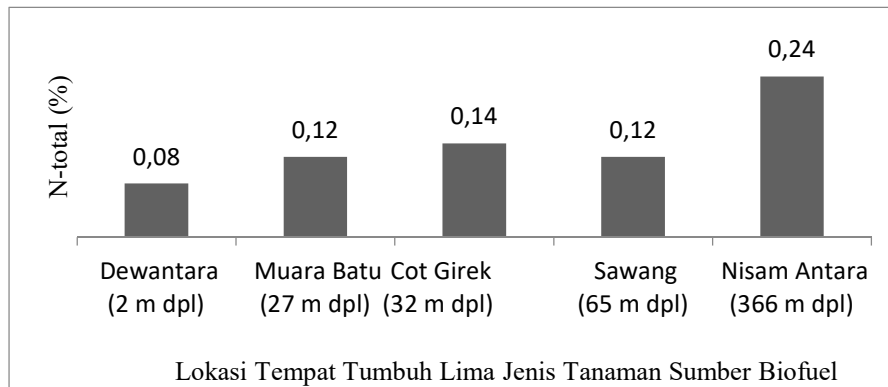


Gambar 2. Nilai Rata-rata C-organik Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

Nitrogen Total

Hasil analisis N-Total di beberapa lokasi pada kecamatan di Aceh Utara di bawah tegakan tanaman sumber biofuel disajikan pada Gambar 3. Kandungan N-total tanah pada lokasi kecamatan Dewantara berkriteria sangat rendah; pada lokasi Muara Batu (27 m dpl), Cot Girek (32 m dpl) dan Sawang (65 m dpl) semuanya masuk kriteria rendah; sedangkan pada lokasi Nisam Antara (366 m dpl) masuk kriteria sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi tempat tumbuh jenis tanaman sumber biofuel yang berbeda dengan ketinggian tempat yang berbeda relatif mempengaruhi kandungan N-total tanah. Pada ketinggian tempat yang jauh lebih tinggi pada penelitian ini yaitu di lokasi Nisam Antara

dengan ketinggian 366 dpl memperlihatkan peningkatan nilai N-total tanah yang cukup tinggi dibandingkan dengan lokasi Dewantara (2 m dpl) yang paling rendah, Muara Batu (27 m dpl), Cot Girek (32 m dpl) dan Sawang (65 m dpl). Nitrogen tinggi pada daerah yang lebih tinggi disebabkan oleh bahan organik tanah pada tempat yang lebih tinggi relatif lebih banyak dibandingkan tempat yang lebih rendah. Temuan dalam penelitian ini sesuai dengan yang ditemukan oleh Ram *et al.* (2015) dan Sari *et al.* (2013), bahwa semakin tinggi elevasi, kandungan nitrogen juga semakin tinggi dan hal ini diperkirakan karena pada elevasi yang lebih tinggi nitrogen disuplai melalui fiksasi biologi.

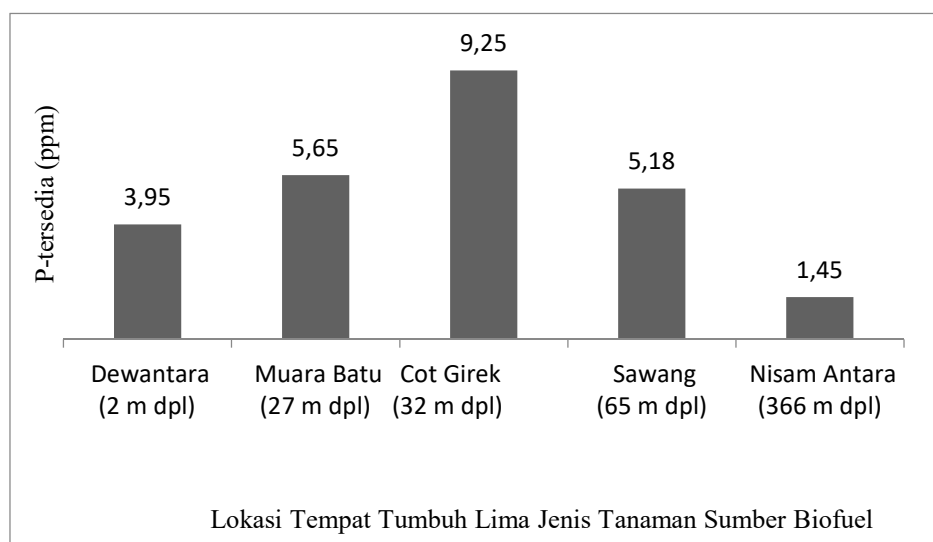


Gambar 3. Nilai Rata-rata N-total Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

Fosfor-Tersedia

Hasil analisis P-tersedia di beberapa lokasi pada kecamatan di Aceh Utara di bawah tegakan tanaman sumber biofuel disajikan pada Gambar 4. Kecamatan Cot Girek (32 m dpl) memiliki nilai P-tersedia paling tinggi dengan kriteria sedang dibandingkan dengan Kecamatan Dewantara (2 m dpl) dan Nisam Antara (366 m dpl) dengan kriteria sangat rendah; Muara Batu (27 m dpl) dan Sawang (65 m dpl) sama-sama kriteria rendah. Fosfor tertinggi terdapat pada elevasi sedang (Cot Girek dengan elevasi 32 m dpl) dan paling rendah pada elevasi paling tinggi (Nisam Antara 366 m dpl). Kandungan P-tersedia yang relatif rendah pada lokasi

penelitian bisa disebabkan oleh bergai faktor, pada tanah ber pH rendah P dapat diikat oleh Al dan/atau Fe sehingga P tersedia menjadi rendah. Pada lokasi Nisam Antara (366 m dpl) menunjukkan P tersedia sangat rendah dan fenomena ini bisa diduga karena terjadi pengikatan oleh Al atau Fe karena pada lokasi tersebut nilai pH juga rendah (masam). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Ram *et al.* (2015) bahwa fosfor tertinggi ditemukan pada dataran sedang dan terendah ditemukan pada dataran tertinggi. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai P-tersedia tidak dipengaruhi oleh perbedaan elevasi.

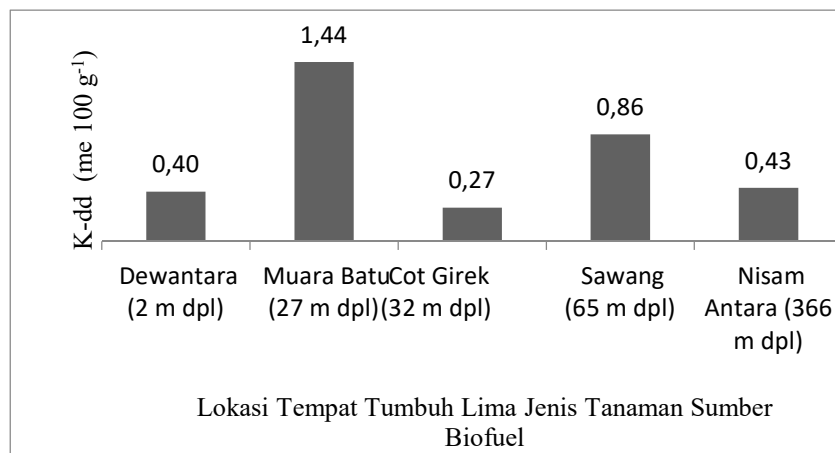


Gambar 4. Nilai Rata-rata P-tersedia Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

Kalium Dapat Dipertukarkan

Hasil analisis kalium dapat dipertukarkan (K-dd) di beberapa lokasi pada kecamatan di Aceh Utara di bawah tegakan tanaman sumber biofuel yang berbeda disajikan pada Gambar 5. Lokasi Kecamatan Muara Batu memiliki nilai K-dd paling tinggi dengan kriteria sangat tinggi dibandingkan dengan lokasi Kecamatan Dewantara (2 m dpl) dan Nisam Antara (366 m dpl) kriteria sedang; Cot Girek (32 m dpl) kriteria rendah; sedangkan lokasi Sawang (65 m dpl) kriteria

tinggi. Nilai K-dd hasil penelitian ini tidak menunjukkan pola dengan elevasi. Data dari hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Supriadi *et al.* (2015), bahwa nilai K-dd tidak menunjukkan hubungan dengan ketinggian tempat dan begitu juga dengan hasil penelitian Wijanarko *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa nilai K-dd tanah 1,46 cmol.kg^{-1} pada ketinggian 0-200 m dpl; 0,45 cmol.kg^{-1} pada ketinggian 200-700 m dpl dan 0,70 cmol.kg^{-1} pada ketinggian >700 m dpl.

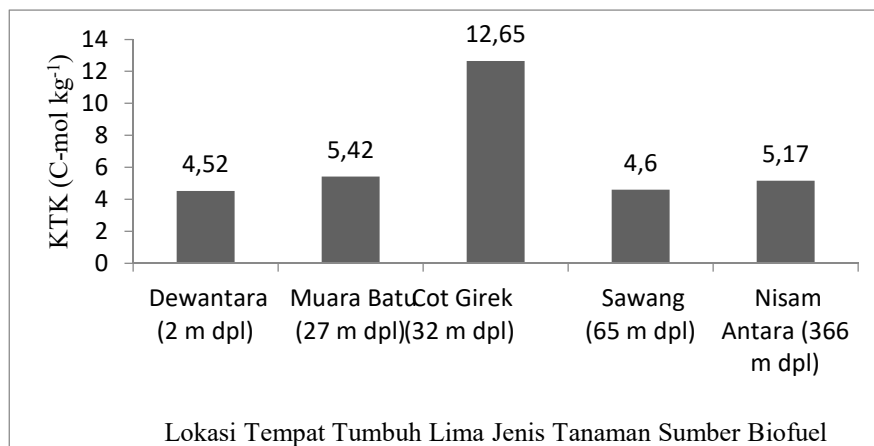


Gambar 5. Nilai Rata-rata K-dd Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

Kapasitas Tukar Kation

Hasil analisis kapasitas tukar kation (KTK) di beberapa lokasi pada kecamatan di Aceh Utara di bawah tegakan tanaman sumber biofuel disajikan pada Gambar 6. Lokasi Kecamatan Muara Batu (27 m dpl), Cot Girek (32 m dpl) dan Nisam Antara (366 m dpl) memiliki nilai KTK kriteria rendah, sedangkan Kecamatan Dewantara (92 m dpl) dan Sawang (65m dpl) memiliki kriteria sangat rendah.

Lokasi Cot Girek memiliki nilai KTK tertinggi dibandingkan lokasi lainnya. Nilai KTK dalam penelitian ini tidak dipengaruhi oleh pola elevasi. Hasil penelitian Supriadi *et al.* (2015) menunjukkan nilai KTK tanah pada umumnya relatif cenderung meningkat seiring meningkatnya ketinggian tempat. Sedangkan hasil penelitian Wijanarko *et al.* (2017) nilai KTK tanah menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian tempat.



Gambar 6. Nilai Rata-rata KTK Tanah di Bawah Lima Jenis Tanaman Sumber Biofuel pada Lokasi dengan Elevasi Berbeda dalam Kabupaten Aceh Utara.

KESIMPULAN

Rata-rata sifat kimia (kesuburan) tanah di beberapa kecamatan (elevasi berbeda) di Kabupaten Aceh Utara pada tanah lokasi tempat tumbuh lima jenis tanaman sumber biofuel (kelapa sawit, kelapa, kemiri, jagung) dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut sebagai berikut: lokasi elevasi 27 > lokasi elevasi 32 > lokasi elevasi 65 > lokasi elevasi 366 > lokasi elevasi 2 m dpl.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Malikussaleh yang telah memberi dana untuk penelitian ini. Kepada Siti Nurmala Nainggolan, Wanda Dwi Pratama dan Doni Pangestu yang telah membantu pelaksanaan survei dan pengambilan sampel tanah untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Sumber daya Energi, Mineral, dan Pertambangan. 2005. Kajian Pengembangan bahan bakar Nabati (BNN). Kementerian PPN/Bappenas.

Charan, G., Bharti, V. K., Jadhav, S. E., Kumar, S., Acharya, S., Kumar, P., & Srivastava, R. B. 2013. Altitudinal variations in soil physico-chemical properties at cold desert high altitude. *Journal of soil science and plant nutrition*, 13(2), 267-277.

De Deyn, G. B., Cornelissen, J. H., & Bardgett, R. D. 2008. Plant functional traits

and soil carbon sequestration in contrasting biomes. *Ecology letters*, 11(5), 516-531.

Fissore, C., Giardina, C. P., Kolka, R. K., Trettin, C. C., King, G. M., Jurgensen, M. F., & McDowell, S. D. 2008. Temperature and vegetation effects on soil organic carbon quality along a forested mean annual temperature gradient in North America. *Global Change Biology*, 14(1), 193-205.

Jobbágy, E. G., & Jackson, R. B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological applications*, 10(2), 423-436.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *science*, 304(5677), 1623-1627.

Muliana dan Handayani S Rd. 2021. Potensi Tanaman Biofuel di Aceh Utara. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jptip/author/submission/13634>.

Muliana, S. A., Hartono, A., Susila, A. D., & Sabiham, S. (2018). Pengelolaan dan pemupukan fosfor dan kalium pada pertanian intensif bawang merah di empat desa di Brebes. *J. Hort. Indonesia*, 9(1), 27-37.

Ram, S. S., Dipesh, R., Upendra, B., Lekhendra, T., Ranjan, A., Sushma, D., & Prakriti, S. 2015. Physico-chemical characteristics of soil along an altitudinal

gradients at southern aspect of Shivapuri Nagarjun National Park, Central Nepal. *Int. Res. J. Earth Sci*, 3(2), 1-6.

Saeed, S., Barozai, M. Y. K., Ahmad, A., & Shah, S. H. (2014). Impact of altitude on soil physical and chemical properties in Sra Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(3), 730-735.

Saeed, S., Barozai, M. Y. K., Ahmad, A., & Shah, S. H. (2014). Impact of altitude on soil physical and chemical properties in Sra Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(3), 730-735.

Sari, N. P., Santoso, T. I., & Mawardi, S. 2013. Sebaran tingkat kesuburan tanah pada perkebunan rakyat kopi Arabika di dataran tinggi Ijen-Raung menurut ketinggian tempat dan tanaman penanang. *Pelita Perkebunan*, 29(2), 93-107

Supriadi, H., Randriani, E., & Towaha, J. 2016. Correlation between altitude, soil

chemical properties, and physical quality of arabica coffee beans in highland areas of Garut. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(1), 45-52.

Teixeira, R. F. M., Domingos, T., Costa, A. P. S. V., Oliveira, R., Farropas, L., Calouro, F., ... & Carneiro, J. P. B. G. 2011. Soil organic matter dynamics in Portuguese natural and sown rainfed grasslands. *Ecological Modelling*, 222(4), 993-1001.

Wijanarko, A., & Rahmianna, A. A. 2017. Implikasi Sifat Fisika dan Kimiawi Tanah pada Ketinggian yang Berbeda terhadap Budidaya Kacang Tanah di Sumba Timur, NTT. In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi* (p. 397).

Zuhdi, A. M. H., Wahjunie, E. D., & Tarigan, S. D. 2022. Retensi Air Tanah Pada Jenis Tanah dan Penggunaan Lahan di Kabupaten Lamongan. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 46(1), 13-21.