

---

## Kajian Sifat Kimia, Sifat Fisik Tanah dan Hubungannya dengan Produktivitas Tanaman Pala (*Myristica fragrans*) di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara

---

Nurul Hidayah Hasibuan<sup>1\*)</sup>, Zulkifli Nasution<sup>2)</sup>, Mukhlis<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Jl. Dr. A. Sofian No.3, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

<sup>\*)</sup>Correspondence author: [nurulhidayahhasibuan@gmail.com](mailto:nurulhidayahhasibuan@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian survey mengenai kajian sifat kimia, sifat fisik tanah dan hubungannya dengan produktivitas tanaman pala di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara yaitu di Kecamatan Mandolang yang terletak pada ketinggian 109-555 m dpl. Analisis tanah di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Balai pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Sampel tanah diambil dari masing-masing lokasi secara komposit untuk di analisis di laboratorium. Analisis tanah meliputi tekstur, pH, C-Organik, N-Total, P-Tersedia, K-Total, Ca, Mg, Na KTK, dan Kejenuhan Basa. Hasil penelitian menunjukkan areal pertanaman pala bertekstur lempung dengan pH agak masam hingga netral, kandungan C-Organik rendah dan kadar N,P dan K rendah, KTK tinggi dan nilai kejenuhan basa sedang, kadar Ca dan Mg tinggi sedangkan kadar Na rendah, sehingga karakteristik tanah di areal pertanaman pala memenuhi syarat untuk budidaya pala dengan catatan perlu penambahan pupuk N,P dan K.

**Kata kunci:** Pala, produktivitas, sifat tanah.

## Study of Chemical Properties, Physical Properties of Soil and Their Relationship with the Productivity of Nutmeg Plants (*Myristica fragrans*) in Minahasa Regency, North Sulawesi Province

### Abstract

Survey research regarding the study of chemical properties, physical properties of soil and their relationship with the productivity of nutmeg plants in Minahasa Regency, North Sulawesi Province, namely in Mandolang District which is located at an altitude of 109-555 m above sea level. Soil analysis at the Soil Chemistry and Fertility Laboratory of the South Sulawesi Agricultural Technology Assessment Center. Soil samples were taken from each location in a composite manner for analysis in the laboratory. Soil analysis includes texture, pH, C-Organic, N-Total, P-Available, K-Total, Ca, Mg, Na CEC, and Base Saturation. The research results showed that the nutmeg planting area had a clay texture with a slightly acidic to neutral pH, low C-Organic content and low N, P and K levels, high CEC and medium base saturation values, high Ca and Mg levels while low Na levels. The characteristics of the soil in the nutmeg planting area meet the requirements for nutmeg cultivation provided that it requires the addition of N, P and K fertilizer.

**Keywords:** Nutmeg, productivity, soil properties .

**Received:** 28 April 2023; **Revised:** 18 May 2023; **Accepted:** 13 October 2023

---

## PENDAHULUAN

Indonesia terkenal dengan berbagai macam komoditas tanaman perkebunan seperti karet, lada, pala, jambu mete, cengkeh, kelapa, teh, kelapa sawit, kakao, kopi, tebu, tembakau dan nilam. Produktivitas komoditas pala pada tahun 2022 adalah 0,15 ribu ton/ha (BPS – Statistik Indonesia 2023). Nilai produktivitas ini menjadi nilai yang paling kecil jika dibandingkan dengan komoditas perkebunan tanaman tahunan lainnya. Kelapa sawit menjadi memiliki produktivitas tertinggi, yaitu 2,52 ribu ton/ha.

Sebagai komoditas dengan nilai ekspor tinggi, pala Indonesia memiliki prospek yang bagus di pasar internasional. Berdasarkan data FAO, Indonesia menempati urutan kedua sebagai negara produsen pala dunia, bersaing dengan negara produsen lainnya seperti India dan Guatemala. Selain itu, Indonesia juga menempati urutan kedua sebagai negara eksportir pala di pasar dunia.

Pala dikenal sebagai tanaman rakyat karena paling banyak diusahakan oleh perkebunan rakyat. Di Indonesia, budidaya pala tersebar di 24 provinsi. Pala paling banyak ditanam di luar wilayah Jawa. Selama periode 2018 – 2022 sentra produksi pala di Indonesia antara lain Sulawesi Utara, Aceh, Maluku Utara, Maluku, Papua Barat dan Sumatera Barat. Provinsi Sulawesi Utara memberikan kontribusi produksi terbesar untuk pala di Indonesia yaitu sebesar 27,81%, diikuti oleh Aceh (16,31%), Maluku Utara (15,63%), Maluku (13,78%), Papua Barat (12,79%) dan Sumatera Barat (3,63). Sulawesi Utara merupakan provinsi sentra produksi terbesar untuk pala di Indonesia. Kabupaten sentra utama pada adalah Kabupaten Sangihe dengan kontribusi produksi sebesar 35,71% dari total produksi pala di Sulawesi Utara. Kabupaten penghasil pala lainnya adalah Kabupaten Siau Tagulandang Biaro, Kabupaten Minahasa Utara, Kepulauan Talaud, Kabupaten Minahasa dan Kabupaten Bitung. (Outlook Komoditas Pala, 2022).

Minahasa merupakan salah satu kabupaten penghasil pala yang terletak diantara 1°22'44" Lintang Utara dan 124°33'52" Bujur Timur dengan batas laut Sulawesi sebelah utara, Kota Tomohon dan laut Maluku sebelah selatan, sebelah barat Kabupaten Minahasa Selatan dan Kota Tomohon dan laut Maluku, Kota Tomohon dan Kabupaten Minahasa Utara sebelah timur. Minahasa berketinggian sekitar 591 meter di atas permukaan laut, wilayah Minahasa seluas 1.141,64 km<sup>2</sup> dengan suhu udara antara 16°C-30,5°C. Kabupaten Minahasa memiliki 25 kecamatan salah satunya adalah Kecamatan Mandolang yang menjadi salah satu kecamatan penghasil pala dengan luas wilayah 7.616 Km<sup>2</sup> dan luas areal perkebunan pala adalah 464 ha dengan produksi 68 ton (BPS, 2021).

Produksi buah pala sangat ditentukan oleh sifat tanah karena tanah memiliki pengaruh langsung terhadap pertumbuhan, kesehatan, dan produktivitas pohon pala. Tanah yang subur dan kaya akan nutrisi menjadi kunci utama untuk mencapai pertumbuhan optimal pada pohon pala. Meningkatnya kebutuhan terhadap pala akan selaras dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi, penggunaan lahan menjadi faktor kritis yang perlu diperhatikan.

Wilayah dengan tanah yang berbeda-beda memiliki kemampuan lahan yang beragam, dan karakteristik ini mempengaruhi kemampuan tanah dalam meningkatkan produktivitas tanaman, termasuk tanaman pala (Wilson, 2014). Kurangnya unsur hara dapat menghambat pertumbuhan maupun produksi, sehingga produktivitas tidak optimal dan mutu produk menurun. Untuk menghasilkan biji pala berkualitas, harus sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-2388 (Badan Standarisasi Nasional, 2006), yang mencakup pemenuhan sifat fisik dan kimia.

Dengan memahami pengaruh sifat tanah dan kebutuhan nutrisi tanaman pala, para petani mampu mengolah lahan secara tepat dengan tujuan peningkatan kualitas buah dan produktivitas pala. Peran penting dari pengelolaan lahan ini akan membantu memastikan bahwa tanaman pala tumbuh secara optimal, menghasilkan buah dengan kualitas yang baik, dan mendukung industri pala Indonesia untuk tetap bersaing di pasar internasional.

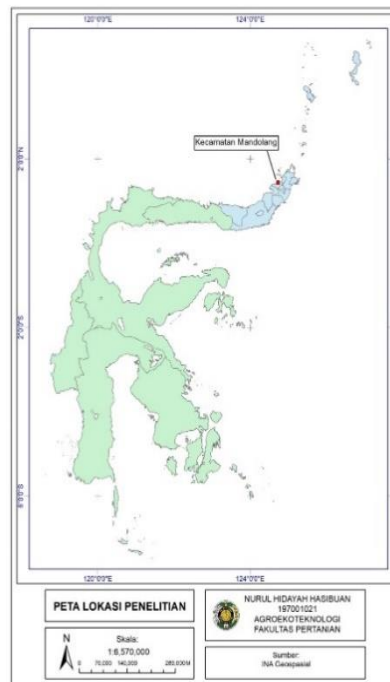
Agar produksi baik, kebutuhan tanaman harus disesuaikan dengan karakteristik lahan lingkungan tumbuh (*agroecology*) (Madiki, *et al.* 2015). Iklim sangat mempengaruhi produksi tanaman baik curah hujan maupun suhu, begitu juga dengan tanahnya baik pH, ketersediaan unsur hara maupun bahan organik (Thangaselvabai, *et al.* 2011). Kadar minyak atsiri pala dipengaruhi oleh lingkungan (Marzuki, *et al.* 2014) baik intensitas cahaya (Ariandi, 2017), umur buah ketika dipanen dan usia tanaman (Saputro, *et al.* 2016). Selain itu jenis varietas, pohon pelindung, pemeliharaan dan pengelolaan tanaman, metode panen serta pasca panen juga perlu diketahui karena kualitas kimia dan fisik minyak atsiri buah pala dipengaruhi oleh tempat penanaman (Marzuki, *et al.* 2014).

Oleh karena itu, penulis ingin mengkaji sifat kimia, sifat fisik tanah dan hubungannya dengan produktivitas tanaman pala di Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara seluas 7.616 Km<sup>2</sup>, ketinggian 0-555 mdpl. Kecamatan Mandolang di dominiasi kawasan perkebunan. Analisis tanah di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan pada bulan Juli 2022 sampai Desember 2022.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Kecamatan Mandolang memiliki total penduduk sebanyak 21.658 jiwa, yang berbatasan dengan laut Sulawesi di bagian utara, bagian selatan dengan Kecamatan Pineleng, bagian barat dengan Kecamatan Tombariri Timur dan bagian timur dengan Kecamatan Pineleng (BPS, 2022).

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berupa peta administrasi Kabupaten Minahasa, peta penggunaan lahan Kabupaten Minahasa, peta kemiringan lereng Kabupaten Minahasa, peta tanah Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, Skala 1:50.000, peta kawasan hutan Kabupaten Minahasa dan data curah hujan Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2017 – 2022. Alat yang digunakan meliputi bor tanah, peralatan tulis, GPS (Global Positioning System), klinometer, Laptop, dan software ArcGIS.

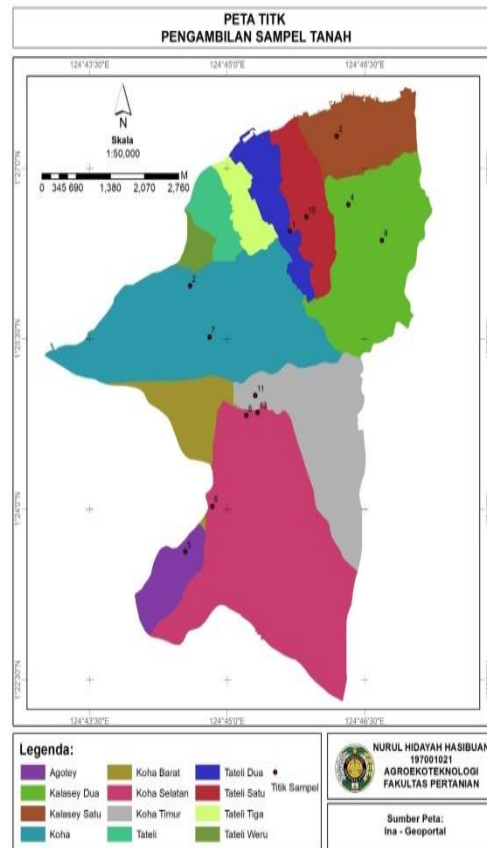
### Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode survei. Teknik sampling yang digunakan berdasarkan metode *Stratified Random Sampling* yang dilakukan secara acak.

### Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan survei pendahuluan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi – informasi pendahuluan terkait budidaya dan produksi pala di Kecamatan Mandolang.

Sampel tanah diambil secara komposit pada kedalaman tanah 0 – 50 cm, dimana dalam satu desa ada tiga titik pengambilan sampel yang kemudian dikompositkan. Sampel tanah yang diambil sebanyak  $\pm$  2 kg dari setiap titik koordinat. Pengumpulan informasi terkait budidaya dan produktivitas pala menggunakan kuesioner dengan koresponden petani pala / masyarakat.



Gambar 2. Peta Titik Pengambilan Sampel Tanah

Luas lahan dan produksi pala di Kecamatan Mandolang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Luas Lahan dan Produksi Pala di Mandolang**

Desa	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
Agotey	48	7
Koha	188	26
Tateli Weri	4	1
Tateli	4	1
Kalasey 2	22	3
Kalasey 1	12	2
Tateli 1	2	1
Tateli 2	2	1
Tateli 3	2	1
Koha Timur	15	2
Koha Barat	150	21
Koha Selatan	15	2
<b>Jumlah</b>	<b>464</b>	<b>68</b>

**Analisis Sampel Tanah**

Analisis sampel tanah meliputi tesktur tanah (Hydrometer), pH H<sub>2</sub>O (pH meter), N-Total (Kjeldahl), P-Tersedia (Olsen), K-Total (HCL 25%), KTK Tanah (NH<sub>4</sub>oAc 1 N pH 7), C-Organik (Walkley & Black ), Kejenuhan Basa (jumlah kation basa ÷ KTK × 100% ) dan Basa-Basa Tukar Ca, Mg, K dan Na (NH<sub>4</sub>oAc 1 N pH 7).

### Analisis Data

Data dari survei lapangan dan hasil analisis laboratorium digunakan untuk mengetahui bagaimana hubungan sifat tanah terhadap produktivitas. Untuk melihat seberapa besar hubungan sifat tanah dengan produktivitas dipilihlah uji statistik regresi linier berganda karena analisis inilah yang sering digunakan untuk mengetahui hubungan lebih dari dua variabel bebas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Minahasa, terdapat dua jenis tanah utama, yaitu Kambisol dan Andosol, yang memiliki karakteristik KTK (kapasitas tukar kation) maupun KB (kapasitas buffer) yang tinggi. Menurut sistem klasifikasi tanah USDA, tanah Kambisol termasuk ordo Inceptisol. Tanah Inceptisol ditandai dengan tingkat pelapukan yang masih rendah, namun cukup mencolok bagi perkembangan tanah yang ringan (Palmer, 2005).

Tanah Andosol di Indonesia memiliki rentang pH yang beragam, berkisar 3,4 hingga 6,7, dengan pH rata-rata sekitar 5,4. Namun, kisaran pH paling umum berkisar antara 4,5 hingga 5,5 diikuti 5,5 hingga 6,5 (Juarti, 2006).

**Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Tanah**

Sampel	Tekstur			pH (1:2.5)		Bahan organik		Ekstrak HCL 25%	Bray II	Kation dapat ditukar				KTK	KB
	Pasir	Debu	Liat	H <sub>2</sub> O	KCL	C	N	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K	Na		
	(%)	(%)	(%)			(%)	(%)	(mg/100 g)	(ppm)	(me/100 g)				%	
1	47	45	8	6.41	5.69	1.14	0.15	45	11	11.28	4.55	0.21	0.44	38.20	43.15
2	49	42	9	6.5	5.92	1.28	0.15	24	18	12.93	3.42	0.86	0.3	39.16	44.72
3	54	44	2	6.98	5.8	1.43	0.16	62	6	16.66	5.49	0.18	0.44	45.21	50.36
4	51	45	4	7.18	6.02	1.58	0.16	44	80	15.43	5.1	0.13	0.24	51.92	40.26
5	48	47	5	6.79	5.68	1.74	0.16	35	77	19.9	5.29	0.95	0.23	58.57	45.02
6	53	45	2	7.09	5.93	1.49	0.15	94	116	18.53	4.94	0.36	0.18	46.15	52.02
7	48	44	8	6.23	5.95	1.02	0.17	27	12	18.41	5.21	0.84	0.19	48.09	51.26
8	56	38	6	6.65	5.38	1.14	0.16	15	77	19.42	5.78	0.43	0.27	51.21	50.57
9	51	41	8	6	5.86	0.76	0.15	88	18	25.5	6.82	0.34	0.33	58.98	55.93
10	55	39	6	7.01	5.7	1.37	0.14	48	64	16.51	4.3	0.14	0.22	51.59	41.03
11	53	40	7	6.98	5.22	1.32	0.18	52	5	17	5.76	0.12	0.41	56.78	41.02
12	44	38	18	6.46	5.76	1.36	0.17	179	14	17.37	4.71	0.55	0.26	44.60	51.33

Karakteristik tanah pertanian pala di Kecamatan Mandolang dari hasil analisis tanah (Tabel 2) memiliki nilai pH 6 – 7,18 dengan kriteria agak masam hingga netral. pH tanah yang terdapat pada pertanian pala pada umumnya memiliki tekstur tanah berlempung dengan pH dari agak masam sampai netral dan kandungan C-Organik umumnya > 0,4% yang menandakan kondisi yang sesuai untuk pertanian pala. Nilai pH 5,5 – 7 sangat baik bagi perkembangan tanaman pala sebab pada saat inilah kimia maupun biologi tanah berada pada posisi terbaiknya (Hadad *et al*, 2006).

Kadar N total berada pada kriteria sedang, P tersedia kriteria rendah-sangat tinggi, K<sub>dd</sub> pada kriteria sangat rendah-sangat tinggi, KTK tergolong kriteria tinggi dan sangat tinggi dan nilai kejenuhan basa (KB) tergolong sedang yang artinya areal ini masih layak untuk pertanian pala dengan catatan areal yang memiliki kadar N, P dan K yang rendah perlu tindakan pemberian pupuk. Kandungan N yang kurang dalam tanah mengakibatkan pertumbuhan abnormal, akibat adanya penguapan, pencucian bersama air drainase, maupun penyerapan tanaman itu sendiri. Sebagian N terangkut panen dan sebagian hilang melalui pencucian (Nurmegawati *et al*, 2007).

Selain kadar N, fosfor juga dapat mempengaruhi pertanian Pala. Fosfor memiliki peranan penting didalam tanah dengan membentuk kalsium fosfat yang berperan penting bagi pertumbuhan tanaman.

Fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama pH tanah. Fosfor yang tersedia dari hasil analisis tanah di Kecamatan Mandolang memiliki ragam kriteria yaitu dari kriteria rendah sampai sangat tinggi. Agar P meningkat perlu pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur karena bisa meningkatkan kandungan Ca tersedia, P tersedia dan C organik (Sajar, 2022).

Ketersediaan K berhubungan erat dengan reaksi tanah dan status kejenuhan basa, jika nilai keduanya rendah artinya ketersediaan K rendah. Pada tanah alkalis ion fosfor dan ion kalsium akan berikatan menjadi kalsium fosfat yang susah larut sehingga tanaman tidak dapat memanfaatkannya (Dhage, *et. al.*, 2014).

Jika dilakukan penambahan C-Organik, N, P, K, Ca, Mg akan meningkatkan produktivitas pala tetapi berbeda dengan Na, Kapasitas Tukar Kation dan Kejenuhan Basa jika dilakukan penambahan akan memberikan dampak yang sebaliknya yaitu dapat mengurangi produktivitas tanaman pala. Aktivitas H<sup>+</sup> maupun pH dalam larutan tanah menjadi penentu ketersediaan unsur hara. Pada pH tanah optimal, unsur hara akan tersedia. Jika pH menurun maka ketersediaan unsur N, K, Ca dan Mg juga akan menurun. Mineral-mineral ini akan bersaing untuk memasuki tanaman, jika salah satu unsur memiliki nilai yang lebih rendah dari yang lain, maka unsur yang terendah lebih sukar untuk diserap (Leiwakabessy *et al*, 2002).

Untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersamaan terhadap produktivitas tanaman pala dilakukan analisis regresi linier berganda dengan SPSS V.20 (Tabel 3). Hasil analisis diperoleh seperti persamaan sebagai berikut :

$$Y = 11.715 + 0.303X_1 + 0.561X_2 + 10.879 X_3 + 0.000X_4 + 0.658X_5 + 0.675X_6 + 0.735X_7 - 0.473X_8 - 0.319X_9 - 0.337X_{10}$$

**Keterangan :**

- Y = Produksi Buah Pala
- X<sub>1</sub> = pH tanah
- X<sub>2</sub> = C-Organik
- X<sub>3</sub> = Nitrogen
- X<sub>4</sub> = P Tersedia
- X<sub>5</sub> = Kalium
- X<sub>6</sub> = Calsium
- X<sub>7</sub> = Magnesium
- X<sub>8</sub> = Natrium
- X<sub>9</sub> = Kapasitas Tukar Kation
- X<sub>10</sub> = Kejenuhan Basa

**Tabel 3. Tabel Koefisien<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	11.715	12.265		.955	.515
Ph	.303	.762	.725	.398	.759
C-Organik	.561	.618	.940	.908	.531
N (%)	10.879	17.040	.775	.638	.638
P Tersedia (ppm)	.000	.005	.037	.030	.981
K (me/100g)	.658	.852	1.289	.772	.581
Ca (me/100g)	.675	.748	15.462	.903	.532
Mg (me/100g)	.735	.716	4.008	1.027	.491
Na (me/100g)	-.473	1.802	-.282	-.263	.837
KTK	-.319	.346	-14.131	-.922	.526
KB (%)	-.337	.361	-11.364	-.933	.522

a. Dependent Variable: Produktivitas Pala (Ton/Ha)

**Tabel 4. Model Regresi**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Change Statistics				
				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.925 <sup>a</sup>	.855	-.597	.855	.589	10	1	.778

a. Predictors: (Constant), pH, N (%), Na (me/100g), KTK, KB (%), K (me/100g), P Tersedia (ppm), C-Organik, Mg (me/100g), Ca (me/100g)

b. Dependent Variable: Produktivitas Pala (Ton/Ha)

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis regresi linier berganda dimana nilai koefisien determinasi (*R-squared*) sebesar 0.855 artinya variabel bebas (pH, C-Organik, Nitrogen, P-Tersedia, Kalium, Calsium, Magnesium, Natrium, Kapasitas Tukar Kation, dan Kejenuhan Basa) mampu mempengaruhi produktivitas tanaman pala sebesar 85.5% sisanya 14.5% dijelaskan oleh variabel atau faktor lainnya.

Dengan tingkat signifikansi sidik ragam dengan *Sig* adalah 0.778 > 0,10, maka varaibel bebas (pH, C-Organik, Nitrogen, P-Tersedia, Kalium, Calsium, Magnesium, Natrium, Kapasitas Tukar Kation, dan Kejenuhan Basa) secara bersama-sama (simultan) berpengaruh signifikan pada selang kepercayaan 90% terhadap produktivitas tanaman pala.

Selain itu faktor lain yang harus diperhatikan agar produktivitas tanaman pala meningkat adalah iklim (curah hujan, kelembapan udara, bulan kering, dan suhu). Pala membutuhkan kondisi iklim tropis diiringi curah hujan yang tinggi. Umumnya curah hujan rata-rata untuk pertanaman pala sekitar 2.656 mm/tahun. Lokasi penelitian, curah hujan mencapai 3.341 mm/tahun dengan suhu 31°C. Rentang curah hujan antara 2000 hingga 3500 mm/tahun dianggap sangat cocok untuk pertumbuhan pala. Suhu optimal antara 25°C hingga 30°C (Hadad *et al.*, 2006). Jika kondisi iklim tidak sesuai perlu suatu upaya atau tindakan antisipasi dimana ketika terjadi kekeringan yang panjang disertai dengan curah hujan yang rendah perlu pembuatan irigasi intensif agar ketersediaan air tercukupi sehingga tidak merusak proses fisiologis tanaman (Syarifuddin *et al.*, 2022).

## KESIMPULAN

Lingkungan pertanaman pala di Kecamatan Mandolang berdasarkan curah hujan, ketinggian, iklim dan jenis tanah menunjukkan kondisi yang cukup sesuai. Karakteristik tanah di areal pertanaman pala memenuhi syarat untuk budidaya pala dengan catatan perlu penambahan pupuk N, P dan K. pH, C-Organik, Nitrogen, P-Tersedia, Kalium, Calsium, Magnesium, Natrium, Kapasitas Tukar Kation, dan Kejenuhan Basa mampu mempengaruhi produktivitas tanaman pala sebesar 85.5% dan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariandi, E.A. 2017. Analisis Rendemen Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans*) Pada Berbagai Kelas Intensitas Cahaya Matahari Di Desa Batu Keramat Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus. Skripsi. Universitas Lampung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia 06-2388 Minyak Pala. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Kecamatan Mandolang dalam Angka 2022. Tondano, Sulawesi Utara.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Provinsi Sulawesi Utara dalam Angka 2021. Manado, Sulawesi Utara.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Dhage, Shubhangi J., V.D Patil dan A.L. Dhamak. 2014. Influence of Phosporus and Sulphur Levels on Nodulation, Growth Parameters and Yield of Soybean (*Glycine max* L.) Grown on Vertisol. *Asian Journal of Soil Science*, 9 (2): 244-249.
- Direktorat jenderal perkebunan. 2021. Produktivitas Pala menurut Provinsi di Indonesia. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.

- Hadad, M. E. A., Randriani, E., Firman, C. dan Sugandi, T. 2006. *Budidaya Tanaman Pala*. Buku. Parangkuda: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. 38 hal.
- Juarti. 2006. Analisis Indeks Kulaitas Tanah Andisol pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Sumber Brantas Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Geografi*. 21 (2):58-71.
- Leiwakabessy, F.M., dan A. Sutandi. 2004. Pupuk dan Pemupukan. Diktat Kuliah. Departemen Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Madiki, A., Guritno, B., Syekhfani and Aini., N. 2015. The Relationship between Plant Density and Microclimate and Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Production in Nutmeg and Coconut Mixed-Planting System in Wakatobi District in Indonesia. *Journal of Agricultural Science*. {online} 7 (12), 187. Available from: doi: 10.5539/jas.v7n12p187.
- Marzuki, I., Joeffie, B., Aziz, S.A., Agusta, H and Surahmanet, M. 2014. Phsyco-Chemical Characterizatio Of Maluku Nutmeg Oil. *International Journal Of Science and Engineering (USE)*. [online] 7(1), 61-64. Available from: doi: 10.12777/ijse.7.1.
- Nurmegawati, W., Makruf, E., Sugandi, D dan T. Rahman. 2007. Tingkat Kesuburan Dan Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K Tanah Sawah Kabupaten Bengkulu Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Bengkulu.
- Pusdatin Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. 2022. Outlook Komoditas Perkebunan Pala. Kementan. Jakarta.
- Sajar, Suryani. 2022. Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang Ayam Dan Cangkang Telur Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.Merril). *Agrium UMSU*. 25(2): 95-106.
- Saputro, M.A., Andarwulan, N., and Farida, D.N. 2016. Physical characterization and essential oil properties of West Sumatra mace and nutmeg seed (*Myristica fragrans* Houtt) at different ages at harvest. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 5 (6), 371-376.
- Syaifuddin, Mustaman, W., Rachmat, Nurhayati dan Barus, W. 2022. Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Kakao di Desa Sengeng Palie Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone. *Agrium UMSU*. 25(2): 122-132.
- Thangaselvabi, T., Sudha, KR. Selvakumar, T. & Balakumbahan, R (2011) Nutmeg (*Nutmeg Myristica fragrans* Houtt.) – The Tween Spice – A Review. *Agricultural Research Communication Centre*. 32 (4), 283-293.
- Wilson. 2014. Evaluasi Sifat Kimia Tanah pada Lahan Kopi Beberapa Kecamatan di Kabupaten Mandailing Natal. Skripsi. Departemen Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. USU Press, Medan, hal 647.