

Macro And Micro Nutrients in The Soil of The Mangrove Forest Area, Bunaken Marine Park

Unsur Hara Makro dan Mikro Tanah Kawasan Hutan Mangrove Taman Laut Bunaken

Chairil Anwar^{1*}, Djuhria Wonggo², Eunike Mongi², Verly Dotulong²

¹ Industrial Waste Processing Study Program, AKA Bogor Polytechnic. Pangeran Sogiri Street, Tanah Baru, North Bogor, Bogor City, Indonesia 16154

² Fishery Product Technology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Unsrat Campus, Bahu, Manado, North Sulawesi, Indonesia

e-mail: chem2chairil@gmail.com

Manuscript received: 2 Mar. 2025. Revision accepted: 24 April. 2025

Abstract

This study aims to determine the pH level and macro and micronutrient content in the soil of the mangrove forest area in Bunaken Marine Park, Meras Village, Wori District, North Sulawesi Province. Soil samples were collected from both dry soil and waterlogged soil. The samples were then taken to the laboratory for analysis of macro- and micronutrients as well as pH levels. The analysis used includes: Nitrogen (N) analysis following SNI 7763:2018, section 6.6.1; Phosphorus (P) analysis following SNI 7763:2018, section 6.7; Elements K, Ca, Fe, Mg, Cu, Zn, B, Mn, and Mo analyzed using IK-1.13 Method for Determination of Metal Minerals in Food and pH analysis using SNI 01-2891-1992. The research results show that the pH values of dry and waterlogged soil are 6.67 and 6.0, respectively, which are considered good categories. The macro-nutrient analysis results for N, P, K, and Mg are good because they exceed the minimum requirements set by SNI 7763:2024. However, the Ca element is classified as not good as it exceeds the maximum limit specified by SNI 7763:2024. Fe (Iron) content is 13,682 ppm for micro-nutrients, which falls under the good category since it is below the maximum limit of 15,000 ppm as per SNI 7763:2024. Zn (Zinc) content is 0.4807 ppm, which is also considered good, as it does not exceed the maximum limit of 5,000 ppm as per SNI 7763:2024.

Keywords: Meras Mangrove Forest, macronutrients, pH.

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan pH, unsur hara makro dan mikro pada tanah kawasan hutan mangrove taman laut Bunaken desa Meras kecamatan wori propinsi sulawesi utara. Pengambilan sampel tanah diambil pada tanah yang kering dan tanah yang tergenang air. Sampel tanah dibawa ke laboratorium untuk dianalisa unsur hara makro, mikro dan pH. analisa yang digunakan adalah Analisa N dengan SNI 7763:2018 butir 6.6.1. Analisa P dengan SNI 7763:2018 Butir 6.7. unsur K, Ca Fe dan Mg, Cu, Zn, B, Mn dan Mo dengan metode IK-1.13 Penentuan Mineral Logam pada Pangan dan Non Pangan. Dan pH dengan metode SNI 01-2891-1992. Hasil penelitian bahwa nilai pH tanah kering dan tergenang adalah pH 6,67 dan 6,0. Termasuk kategori baik. Hasil Analisa unsur makro yaitu N, P, K dan Mg adalah adalah katgori baik karena melebihi syarat minimum dari SNI 7763:2024, sedangkan nilai Ca kategori tidak baik karena melebihi batas maksimum SNI 7763:2024. Unsur mikro Fe adalah 13682 ppm termasuk kategori baik karena mempunyai nilai lebih rendah dari 15.000 ppm sebagai batas maksimum dari SNI 7763:2024. Unsur Zn adalah 0.4807 ppm termasuk kategori baik karena tidak melebihi batas maksimum 5.000 ppm sebagai batas maksimum dari SNI 7763:2024.

Kata kunci: Hutan Mangrove Meras, unsur hara, pH

PENDAHULUAN

Secara garis besar, ekosistem mangrove memiliki tiga peran utama, yaitu fungsi fisik, biologis, dan ekonomis. Fungsi fisik mencakup perlindungan wilayah pesisir, tebing, dan aliran sungai agar tetap stabil, mencegah abrasi serta masuknya

air laut, dan berperan sebagai penyaring polutan. Sementara itu, secara biologis, mangrove menjadi habitat penting bagi berbagai jenis benih ikan, udang, dan kepiting untuk berkembang biak dan mencari makan. Selain itu, kawasan ini juga menjadi tempat hidup beragam

organisme akuatik dan non-akuatik seperti burung, ular, kera, kelelawar, hingga tanaman anggrek, serta menyimpan sumber daya genetik (plasma nutfah). Dari segi ekonomi, hutan mangrove menyediakan berbagai sumber daya seperti bahan bangunan, tekstil, pangan, serta obat-obatan (Gunarto, 2004). Mengacu pada pentingnya peran hutan mangrove, perlu diterapkan prinsip *save it* (lindungi), *study it* (pelajari), dan *use it* (manfaatkan). Implementasi prinsip ini membutuhkan kerja sama antara para pemangku kepentingan, masyarakat setempat, serta komunitas pecinta lingkungan, khususnya dari kalangan akademisi (Arief, 2003).

Tanah berfungsi sebagai sumber utama unsur hara yang sangat diperlukan tanaman untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Unsur hara ini merupakan senyawa kimia atau mineral yang menjadi faktor lingkungan penting bagi kesehatan tanaman. Tanpa pasokan unsur hara yang memadai, tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal. Oleh karena itu, keberadaan unsur hara sangat penting bagi kelangsungan hidup tanaman. Tanaman memerlukan keseimbangan unsur hara supaya berkembang dengan baik serta menghasilkan produk berkualitas tinggi. Unsur hara utama meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sedangkan unsur penting lainnya seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan belerang (S) juga diperlukan. Selain itu, unsur hara mikro yang dibutuhkan dalam jumlah kecil, tergantung jenis tanamannya, mencakup zat besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (B), klor (Cl), dan molibdenum (Mo) (Zaenudin, 2024).

Peran keenam unsur hara makro yang penting tersebut, adalah: (1) Nitrogen (N), merupakan komponen utama dalam pertumbuhan tanaman, ditemukan di semua bagian sel, protein, hormon, dan klorofil; (2) Fosfor (P), berperan dalam konversi energi dari sinar matahari, merangsang pertumbuhan awal akar dan tanaman, serta mempercepat proses pematangan; (3) Kalium (K), membantu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit serta mendukung

pembentukan dan distribusi pati, gula, dan minyak; (4) Kalsium (Ca), penting bagi kesehatan akar dan mendukung pertumbuhan akar serta bulu-bulu akar baru, termasuk pembentukan daun; (5) Magnesium (Mg), komponen penting klorofil, yang memiliki peran utama dalam proses fotosintesis; (6) Belerang (S): Menyusun asam amino dalam protein tumbuhan dan terlibat dalam proses produksi energi.

Unsur hara mikro bukan merupakan penyusun utama struktur tanaman, namun memainkan peran penting dalam mendukung proses metabolisme tumbuhan. Sebagian besar unsur mikro ini berupa mineral dan logam yang secara alami terdapat di dalam tanah. Namun, di lahan pertanian yang mengalami intensifikasi dan digunakan terus-menerus selama bertahun-tahun, ketersediaan unsur-unsur ini cenderung menurun bahkan bisa menghilang (Widodo, 2019).

Beberapa unsur mikro yang memiliki fungsi penting bagi tanaman, adalah: (1) Besi (Fe), berperan dalam mengatur dan mendukung pertumbuhan tanaman, digunakan dalam bentuk ion Fe^{3+} dan Fe^{2+} . Kandungan rata-rata dalam bobot kering tanaman adalah sekitar 0,01%, fungsi fisiologisnya membantu proses asimilasi dan sebagai katalis pembentukan klorofil. Juga mengaktifkan enzim seperti katalase, peroksidase, hidrogenase, dan sitokrom oksidase. Berperan dalam proses fotosintesis dan respirasi sebagai pengangkut elektron; (2) Mangan (Mn), mendukung proses fotosintesis, memperlancar asimilasi, dan menjadi bagian penting dalam kerja berbagai enzim. Fungsi fisiologisnya mengaktifkan berbagai jenis enzim, membantu pembentukan protein serta vitamin, khususnya vitamin C, dan mendukung kelancaran proses asimilasi; (3) Tembaga (Cu), merupakan unsur vital dalam berbagai enzim dan berkontribusi pada pembentukan klorofil. Tanaman menyerapnya dalam bentuk ion Cu^{2+} atau Cu^{-} , dengan kandungan rata-rata 0,0006% dari berat kering tanaman. Tembaga bersifat tidak mudah bergerak di dalam tanaman maupun tanah. Fungsi fisiologisnya komponen penting dalam

enzim seperti ascorbik oksidase, sitokrom oksidase, dan lainnya. Membentuk protein yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi, transpor elektron saat fotosintesis, serta pembentukan klorofil dan lignin; (4) Seng (Zn), mendukung produksi hormon pertumbuhan tanaman, khususnya yang mengatur perpanjangan batang dan pelebaran daun. Tanaman menyerapnya dalam bentuk ion Zn^{2+} dengan kandungan sekitar 0,002% dari bobot kering dan tidak mudah bergerak dalam jaringan tanaman dan tanah. Fungsi fisiologisnya *Fungsi fisiologis*: Berperan dalam pembentukan hormon tumbuh alami IAA (auksin), mengaktifkan enzim pembentuk protein dan karbohidrat, serta mendukung konversi karbohidrat menjadi gula sederhana (Widodo, 2019); (5) Boron (B), membantu pertumbuhan jaringan tanaman yang aktif, termasuk pembentukan dinding sel. Diambil tanaman dalam bentuk H_3BO_3 atau BO_2^- , dengan kadar rata-rata 0,002% dari bobot kering. Boron tidak mudah berpindah dalam tanaman tetapi mudah bergerak dalam tanah. Fungsi fisiologisnya, mengangkut gula, mendukung metabolisme kalium dan kalsium, membantu sintesis asam nukleat, serta membentuk jaringan seperti tunas, bunga, akar, lignin, selulosa, dan pektin (Widodo, 2019); (6) Molibdenum (Mo), berperan dalam proses fiksasi nitrogen oleh mikroorganisme tanah sehingga sangat penting bagi tanaman polong-polongan. Tanaman menyerapnya dalam bentuk MoO_4^{2-} , dengan kandungan sekitar 0,00001% dari berat kering. Tidak mobile dalam tanaman, sedikit mobile dalam tanah. Fungsi fisiologisnya, mengaktifkan berbagai enzim, membantu pembentukan protein dan vitamin (terutama vitamin C), dan mendukung proses asimilasi secara keseluruhan (Widodo, 2019); (7) Klor (Cl), berfungsi meningkatkan hasil panen tanaman seperti tembakau, kentang, kapas, dan berbagai sayuran. Diserap dalam bentuk Cl^- dan memiliki kadar sekitar 0,01% dari bobot kering tanaman. Bersifat mobile baik di dalam jaringan tanaman maupun di tanah. Fungsi fisiologisnya, mengatur tekanan osmotik, mengendalikan mekanisme buka-tutup stomata, serta berperan dalam

pembentukan hormon alami auksin (4-kloroindolasetat) dan proses pemecahan molekul air dalam fotosintesis (Widodo, 2019).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pH tanah serta kandungan unsur hara makro dan mikro tanah kawasan hutan mangrove taman laut Bunaken desa Meras kecamatan Wori Propinsi Sulawesi Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di tanah Kawasan hutan mangrove Taman Nasional Bunaken Desa Meras, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara Propinsi Sulawesi Utara. Pengambilan sampel tanah diambil pada tanah yang kering dan tanah yang tergenang air. Sampel tanah dibawa ke laboratorium untuk dianalisa unsur hara makro, mikro dan pH. analisa yang digunakan adalah Analisa N dengan SNI 7763:2018 butir 6.6.1. Analisis P dengan SNI 7763:2018 Butir 6.7, analisa unsur K, Ca, Fe dan Mg, Cu, Zn, B, Mn dan Mo dengan metode IK-1.13 Penentuan Mineral Logam pada Pangan dan Non Pangan, dan analisa pH dengan metode SNI 01-2891-1992.

HASIL DAN PEMBAHASAAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa pH tanah kering adalah 6,67 dan pH tanah tergenang air adalah 6,0. pH tanah merupakan ukuran yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu tanah. Nilai pH ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Pada umumnya, unsur hara dapat diserap secara optimal oleh tanaman ketika pH tanah berada pada kondisi netral. Mikroorganisme tanah dan jamur juga berkembang lebih baik jika pH tanah berada di atas 5,5. Apabila pH berada di bawah angka tersebut, maka aktivitas mikroorganisme tersebut akan terganggu. Tanah dengan tingkat keasaman tinggi (pH rendah) dapat menyebabkan unsur penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) sulit diserap oleh tanaman. Selain itu, kondisi ini juga memicu pelepasan unsur-unsur beracun seperti aluminium yang dapat meracuni tanaman serta mengikat fosfor,

sehingga fosfor tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Hardjowigeno, 2007). pH tanah pada lokasi penelitian termasuk pada kategori memenuhi karena di atas pH 5,5.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur hara makro Tanah Kawasan Hutan Mangrove Taman Laut Bunaken Desa Meras Kecamatan Wori Propinsi Sulawesi Utara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Data Unsur Hara Makro Tanah Kawasan Hutan Mangrove Taman Laut Bunaken Desa Meras Kecamatan Wori Propinsi Sulawesi Utara

No	Unsur Hara Makro	Tanah Kering (ppm)	Tanah Tergenang Air (ppm)	SNI (ppm)
1	Nitrogen (N)	1.600	2,0142	minimum N 0,4
2	Phosfat (P)	1.100	2,0207	minimum 0,1
3	Kalium (K)	1014	21,0072	minimum 0,2
4	Kalsium (Ca)	874	814	maksimum 25,5
5	Magnesium (Mg)	298	210	-

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai unsur N tanah kering adalah 1.600 ppm dan N tanah tergenang adalah 2,042 ppm. SNI 7763:2024, kadar minimum N adalah 0,4 ppm. Kekurangan nitrogen pada tanaman biasanya ditandai dengan menguningnya daun bagian bawah akibat rendahnya kandungan klorofil. Kondisi ini akan berlanjut dengan mengeringnya daun hingga akhirnya gugur. Selain itu, tulang daun pada permukaan bawah daun muda juga tampak lebih pucat. Kekurangan nitrogen menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat, kerdil, dan lemah, serta produksi bunga dan biji pun berkurang. Nitrogen merupakan unsur utama dalam berbagai senyawa penting, seperti protein, asam amino, asam nukleat, serta senyawa sinyal seperti nitric oxide (NO), yang diketahui berperan dalam pergerakan stomata, proses apoptosis, perkecambahan, dan berbagai proses fisiologis lainnya (Baudouin dan Hancock, 2013).

Sebaliknya, kelebihan nitrogen dapat menyebabkan daun tanaman menjadi terlalu hijau dan tanaman tumbuh terlalu lebat. Akibatnya, proses pembuangan air menjadi lambat dan tanaman seperti adenium menjadi lebih berair (sekulen), sehingga lebih rentan terhadap infeksi jamur dan penyakit serta mudah roboh. Kelebihan nitrogen juga menurunkan jumlah bunga yang dihasilkan. Tanda umum dari defisiensi nitrogen adalah munculnya klorosis (menguning) yang

merata pada daun tua. Warna hijau daun memudar hingga menjadi kuning, dan kondisi ini kemudian menyebar ke daun muda. Daun-daun tua pun mengalami penuaan lebih cepat (Behboudian et al., 2017).

Nitrogen (N) memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman karena merupakan bagian dari pembentukan protein. Unsur ini diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Sebagai unsur hara makro, nitrogen diperlukan dalam jumlah besar dan menyusun sekitar 1,5% dari total bobot tanaman (Hanafiah, 2009). Kandungan nitrogen dalam tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kondisi iklim dan jenis vegetasi yang tumbuh di atasnya. Jenis vegetasi serta kecepatan proses dekomposisinya sangat menentukan jumlah nitrogen yang tersedia dalam tanah (Supangat, 2013; Rahmi, 2014).

Kadar fosfor (P) pada tanah kering tercatat sebesar 1.100 ppm, lebih tinggi dibandingkan pada tanah tergenang yang hanya mencapai 2,0207 ppm. Menurut standar SNI 7763:2024, batas minimum fosfor yang dianjurkan adalah 0,1 ppm. Fosfor merupakan unsur esensial yang terlibat dalam pembentukan berbagai senyawa penting seperti enzim, protein, ATP, RNA, dan DNA. ATP berfungsi sebagai media transfer energi, sedangkan RNA dan DNA menentukan karakter genetik tanaman. Selain itu, fosfor

mendukung pertumbuhan akar, benih, bunga, dan buah. Sistem perakaran yang lebih baik akan meningkatkan efisiensi penyerapan hara. Fosfor, bersama kalium, juga memegang peran penting dalam merangsang pembungaan, terutama karena kebutuhan tanaman akan fosfor meningkat signifikan menjelang fase berbunga.

Fosfor sangat penting dalam metabolisme energi dan merupakan salah satu nutrisi utama tanaman. Kekurangan fosfor biasanya dimulai dari daun tua yang berubah warna menjadi ungu keabuan, dengan tepi daun berwarna cokelat. Tulang daun muda tampak hijau tua, dan bagian daun bisa mengering, pertumbuhannya mengecil, serta mudah rontok. Pertumbuhan tanaman menjadi lambat dan kerdil. Daun yang kekurangan fosfor cenderung berwarna hijau tua atau kebiruan karena berkurangnya proses pemaian. Selain itu, fosfor berperan dalam melindungi tanaman dari kerusakan akibat radikal bebas, melalui pembentukan antosianin yang mampu menyerap radiasi UV dan mengikat radikal bebas (Xuejun et al., 2015). Sebagai unsur hara makro utama setelah nitrogen, fosfor sangat dibutuhkan dalam proses pembelahan sel, sintesis albumin, pembentukan bunga, buah, dan biji. Unsur ini juga mempercepat pematangan tanaman serta memperkuat batang agar tidak mudah roboh. Fosfor dalam tanah berasal dari bahan organik, mineral tanah, dan pupuk buatan (Herawati, 2015).

Sementara itu, kandungan kalium (K) di tanah kering mencapai 1.014 ppm, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanah tergenang yang hanya 21,0072 ppm. SNI 7763:2024 menetapkan ambang minimum kalium sebesar 0,2 ppm. Kalium yang berlebihan dapat menimbulkan gejala yang menyerupai defisiensi magnesium, karena interaksi antagonistik antara keduanya lebih kuat dibandingkan antara kalium dan kalsium. Bahkan, dalam beberapa kondisi, kelebihan kalium dapat menimbulkan gejala mirip dengan kekurangan kalsium.

Gejala kekurangan kalium umumnya terlihat dari daun bagian bawah yang mengering atau muncul bercak hangus. Daun menjadi menggulung ke bawah,

tepinya seperti terbakar, bunga mudah rontok, dan tanaman menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Ion kalium termasuk unsur yang sangat mudah bergerak dalam tanah, sehingga mudah tercuci dan hilang karena tidak terikat kuat oleh koloid tanah. Akibatnya, efisiensi pemanfaatannya oleh tanaman menjadi rendah, mirip dengan nitrogen (Herawati, 2015).

Ketersediaan kalium di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh jenis bahan induk dan tingkat keasaman tanah. pH tanah yang terlalu asam dapat meningkatkan fiksasi kalium oleh partikel tanah, sehingga mengurangi jumlah kalium yang tersedia bagi tanaman (Supangat, 2013; Rahmi, 2014).

Kadar kalsium (Ca) di tanah kering tercatat sebesar 874 ppm, lebih tinggi dibandingkan tanah tergenang yang hanya 814 ppm. Menurut SNI 7763:2024, batas maksimum kandungan Ca yang dianjurkan adalah 25,5 ppm. Kekurangan kalsium ditandai dengan melemahnya titik tumbuh tanaman, perubahan bentuk daun menjadi kecil dan mengeriting, hingga akhirnya rontok. Meskipun kalsium mendorong pertumbuhan tinggi tanaman, struktur tanaman menjadi kurang kokoh. Karena Ca berpengaruh langsung pada titik tumbuh, kekurangannya berdampak pada gangguan pembentukan bunga serta menyebabkan bunga gugur. Sementara itu, kelebihan kalsium cenderung tidak menyebabkan efek negatif yang signifikan, hanya dapat meningkatkan pH tanah (Herawati, 2015).

Selain nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), unsur makro lain yang sangat penting untuk tanaman adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan natrium (Na). Kekurangan magnesium biasanya ditandai dengan munculnya bercak kuning pada daun tua, karena unsur ini dipindahkan ke daun muda. Daun yang tua menjadi lemah dan rentan terhadap serangan penyakit, terutama jamur embun tepung (*powdery mildew*). Sebaliknya, kelebihan magnesium jarang menimbulkan gejala yang mencolok (Ismayana et al., 2012).

Unsur-unsur hara tersebut berperan penting dalam menjaga keseimbangan kesuburan tanah. Kandungan fosfor (P), misalnya, sangat dipengaruhi oleh kadar

Ca. Jika kelarutan Ca meningkat, maka ketersediaan P di tanah akan menurun karena terikat dan tidak dapat diserap tanaman. Ca dan Mg bekerja secara sinergis, artinya peningkatan kelarutan Ca biasanya diikuti oleh peningkatan kelarutan Mg pula (Castan et al., 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur hara mikro Tanah Kawasan Hutan Mangrove Taman Laut Bunaken Desa Meras Kecamatan Wori Propinsi Sulawesi Utara dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Data Unsur Hara Mikro Tanah Kawasan Hutan Mangrove Taman Laut Bunaken Desa Meras Kecamatan Wori Propinsi Sulawesi

No	Unsur Hara Mikro	Tanah Kering (ppm)	Tanah Tergenang Air (ppm)	SNI (ppm)
1	Zat besi (Fe)	13682	12587	maksimum 15.000
2	Cuprum (Cu)	1,2482	1.3942	-
3	Seng (Zn)	0,4624	0.4807	-
4	Boron (B)	0,98	0.63	-
5	Mangan (Mn)	0,285	0,180	-
6	Molibdenium (Mo)	0, 865	0,658	-

Kandungan unsur besi (Fe) pada tanah kering adalah 13.682 ppm, lebih tinggi dibandingkan pada tanah tergenang sebesar 12.587 ppm. Standar maksimum unsur Fe menurut SNI 7763:2024 adalah 15.000 ppm. Kekurangan Fe ditandai dengan klorosis atau daun yang menguning, serta nekrosis. Daun muda bisa tampak putih karena kekurangan klorofil. Gejala ini juga bisa diakibatkan oleh kerusakan akar, yang ditandai dengan adanya potongan akar mati saat tanaman seperti adenium dikeluarkan dari pot. Sebaliknya, kelebihan pemberian pupuk Fe bisa menyebabkan nekrosis berupa bercak hitam pada daun (Agustina, 2011).

Tembaga (Cu) memiliki peran utama sebagai aktivator dan pembawa berbagai enzim, membantu proses fotosintesis, dan pembentukan klorofil serta mendukung fungsi reproduksi. Kekurangan Cu ditandai dengan daun berwarna hijau kebiruan, tunas daun yang kuncup dan tumbuh kecil, serta gangguan pada pembentukan bunga. Jika kelebihan, tanaman menjadi kerdil, percabangan berkurang, pembentukan akar terganggu, dan akar menjadi tebal serta berwarna gelap (Agustina, 2011).

Zinc (Zn) berperan mirip seperti mangan (Mn) dan magnesium (Mg), yaitu sebagai aktivator enzim, membantu pembentukan klorofil, dan mendukung proses fotosintesis. Kekurangan Zn

umumnya terjadi pada media tanam yang telah digunakan dalam waktu lama. Gejalanya meliputi pertumbuhan lambat, ruas batang pendek, daun kecil, mengerut atau menggulung, hingga akhirnya rontok. Bakal buah menjadi kuning, terbuka, dan gugur. Buah juga menjadi lemas dan bentuknya melengkung. Kelebihan Zn umumnya tidak menunjukkan gejala yang nyata (Suhartini, 2010).

Boron (B) berperan penting dalam pembentukan, pembelahan, dan diferensiasi sel, serta pembentukan RNA yang penting bagi perkembangan sel tanaman. Unsur ini berpindah dari akar ke tajuk melalui xilem. Di tanah, B tersedia dalam jumlah terbatas dan mudah tercuci. Kekurangan boron sering dijumpai pada adenium, ditandai dengan daun lebih gelap, tebal, dan mengerut menyerupai daun variegata. Jika berlebihan, ujung daun menguning dan mengalami nekrosis (Sugianto et al., 2014).

Mangan (Mn) adalah unsur mikro penting yang dibutuhkan dalam jumlah kecil. Mn berperan dalam pembentukan klorofil, sebagai koenzim, aktivator enzim respirasi, dan dalam proses metabolisme nitrogen serta fotosintesis. Ia juga penting dalam pengaktifan nitrat reduktase, sehingga tanaman yang kekurangan Mn lebih cocok diberi nitrogen dalam bentuk NH_4^+ . Mn juga membantu pemecahan air

dalam proses fotosintesis dan menjadi bagian dari ribosom serta aktivator polimerase dan sintesis karbohidrat dan protein. Gejala defisiensi Mn pada tanaman berdaun lebar menyerupai kekurangan Fe, yaitu klorosis antar tulang daun yang menyebar. Pada tanaman sereal, tampak bercak abu-abu hingga coklat dan garis-garis pada pangkal serta tengah daun muda. Kekurangan Mn pada tanaman *lupin* menyebabkan *split seed* (Seran, 2017).

Molibdenum (Mo) berfungsi sebagai pembawa elektron dalam proses konversi nitrat menjadi enzim, dan juga terlibat dalam fiksasi nitrogen. Gejala kekurangannya meliputi klorosis yang bermula dari daun tua dan menyebar ke daun muda. Namun, kelebihan unsur ini tidak menunjukkan gejala khusus pada adenium (Hirophonik, 2016).

Unsur hara mikro tanaman umumnya merupakan logam seperti Cu, Fe, Mn, Ni, dan Zn dalam bentuk ion-ion seperti Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , dan Mn^{2+} . Ion-ion tersebut diperlukan tanaman meskipun hanya dalam konsentrasi sangat kecil, yaitu kurang dari 0,01% atau 100 ppm. Namun demikian, apabila kadarnya melebihi ambang batas, unsur-unsur tersebut bisa menjadi toksik bagi tanaman (Buhani & Suharso, 2006; Suhariyono & Menry, 2005).

KESIMPULAN

Kadar pH tanah kering adalah 6,67 dan tanah tergenang adalah 6,0. Tergolong kategori pH baik karena syarat SNI 7763: 2024, kadar pH harus lebih tinggi dari 5,5. Hasil Analisa unsur makro yaitu N, P, K dan Mg adalah adalah katgori baik karena melebihi syarat minimum dari SNI 7763:2024, sedangkan nilai Ca kategori tidak baik karena melebihi batas maksimum SNI 7763:2024. Unsur mikro Fe adalah 13682 ppm termasuk kategori baik karena mempunyai nilai lebih rendah dari 15.000 ppm sebagai batas maksimum dari SNI 7763:2024. Unsur Zn adalah 0.4807 ppm termasuk kategori baik karena tidak melebihi batas maksimum 5.000 ppm

sebagai batas maksimum dari SNI 7763:2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguatina, L. 2011. UNSUR HARA MIKRO I (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo Dan Cl) Manfaat Kebutuhan Kahat Dan Keracunan. Jilid I. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya. Kanasius. Yogyakarta.
- Buhani dan Suharso, 2006. The Influence of pH Towards Multiple Metal ion adsorption of Cu (II), Zn (II), Mn (II), and Fe (II) on Humic Acid. Indo J. Chem. 6(1): 43-46.
- Baudouin, E and J. T. Hancock, 2013. "Nitric oxide signaling in plants," Plant Sci. 4:553, doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00553>.
- Behboudian, M.H.; A.H. Pickering, E. Dayan, 2017. "Deficiency diseases, Principles," Thomas B, Murray BG, Murphy DJ (eds) Encyclopedia of applied plant sciences, vol. 1, pp. 219–224, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00121-0>
- Castan E, Satti P, Gonzales PM, Iglesias MC, Mazzarino MJ. 2016. Managing the Value of Compost as Organic Amendment and Fertilizers in Sandy Soils. Agriculture, Ecosystems, and Environment. 224:29-38.
- Gunarto. 2004. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. J. BLitbang Pertanian. 23(1).
- Hanafiah K. 2009. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jakarta (ID): Raja Grafindo Perkasa.
- Handoko. 1995. Klimatologi Dasar. Jakarta (ID): Pustaka Jaya.
- Hardjowigeno S. 2007. Ilmu Tanah. Jakarta (ID): Pusaka Utama.
- Herawati, M.S. 2015. Kajian Status kesuburan Tanah di Lahan Kakao Kampung Klain Distrik Mayamuk Kabupaten Sorong. Jurnal Agroforestry. Edisi X: 201-208.
- Ismayana, A., Indrasti, N., Suprihatin., Maddu, A., & Fredy, A. 2012. Faktor

- rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3):177
- Rahmi A, Preva MB. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan Dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung Di Kabupaten Kutai Barat. *Ziraa'ah*. Vol 39 (1): 30-36.
- Seran, R. 2017. Pengaruh Mangan sebagai Unsur Hara Mikro Esensial terhadap Kesuburan Tanah dan Tanaman. *Journal article // Bio-Edu*. ol. 2, No. 1 (13-14) 2017 *Bio – Edu: Jurnal Pendidikan Biologi International Standard of Serial Number 2* 527-6999.
- Sugianto, H., L. Darsana & Pardono. (2014). *Penggunaan boron untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kandungan minyak kacang tanah*. *J. Agrosains* 16 (2): 29 – 32.
- Suhariyono, G dan Menry, Y. 2005. Analisis Karakteristik Unsur-Unsur Dalam Tanah Di Berbagai Lokasi Dengan Menggunakan Xrf. Prosiding PPI – PDIPTN 2005 Puslitbang Teknologi Maju – BATAN Jogjakarta, 12 Juli 2005.
- Suhartini T. 2010. Pertumbuhan akar duapuluh genotip padi gogo pada kawat fosfor dan cekaman aluminium. *Berita Biologi* 10(3):375-383. <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v10i3.753>.
- Supangat AB, Supriyo H, Sudira P, Poedjirahajoe E. 2013. Status Kesuburan Tanah di Bawah Tegakan *Eucalyptus pellita* F. Muell: Studi Kasus di HPHTI PT. ARARA ABADI, RIAU. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol 20 (1): 22-34.
- Widodo, D. 2019. Kenali Unsur-unsur Hara MAKRO yang Dibutuhkan Tanaman. Artikel. Mitra Bertani
- Xuejun Liu, Wen Xu, Yuepeng Pan, and Enzai Du, 2015. "Liu et al. suspect that Zhu et al may have underestimated dissolved organic nitrogen (N) but overestimated total particulate N in wet deposition in China," *Science of The Total Environment*, vol. 512, pp. 300-301, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.004>.
- Zaenudin, M. 2024. Mengenal Unsur Hara Makro dan Mikro, Berikut Jenis dan Fungsinya. *Kompas*.