

Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Hutan Mangrove Kawasan Delta Mahakam Kabupaten Kutai Kartanegara

Sri Sarminah^{1*}, Kristina Gurning¹, Marlon Ivanhoe Aipassa¹, Rachmad Mulyadi¹, Marjenah^{1*}
Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis, Universitas Mulawarman

*Email: ssarminah@fahutan.unmul.ac.id

Artikel diterima:..... Revisi diterima:.....

ABSTRACT

Mahakam Delta mangrove forests face increasing pressure from land conversion into aquaculture ponds, leading to changes in soil physical and chemical properties. This study aimed to analyze soil physical and chemical conditions across three distinct areas nipah (*Nypa fruticans*), white mangrove (*Avicennia marina*), and open land in Muara Kembang Village, Muara Jawa District, Kutai Kartanegara Regency. Soil samples were collected using purposive sampling and then analyzed at the Soil Science Laboratory of Mulawarman University. Results showed that physically, the nipah area had stable silty clay loam texture and the highest soil organic matter (SOM) content. The white mangrove area exhibited texture variation between depths, from sandy loam (0-20 cm) to silty clay loam (20-40 cm). The open area showed increasingly coarser texture with depth and the lowest SOM. The nipah area demonstrated the best soil chemical fertility, with relatively higher pH, CEC, and nutrient content. The physical and chemical conditions of the soil in the open area indicate the need for rehabilitation through planned replanting of mangrove vegetation, as well as strengthened monitoring and regulation of mangrove land conversion into aquaculture ponds, in order to maintain the long-term sustainability of the Mahakam Delta ecosystem.

Key words: *Avicennia marina*, Mangroves; *Nypa fruticans*; Soil Chemistry; Soil Physics.

ABSTRAK

Hutan mangrove Delta Mahakam menghadapi tekanan akibat konversi lahan menjadi tambak, sehingga mengakibatkan perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi fisik dan kimia tanah pada tiga kawasan berbeda, yaitu kawasan nipah (*Nypa fruticans*), api-api putih (*Avicennia marina*), dan kawasan terbuka di Desa Muara Kembang, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dan dianalisis di laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara fisik, kawasan nipah memiliki tekstur lempung liat berdebu yang stabil dan bahan organik tanah (BOT) tertinggi dibanding kawasan lain. Kawasan api-api putih menunjukkan perbedaan tekstur antar kedalaman, dari pasir berlempung (0-20 cm) menjadi lempung liat berdebu (20-40 cm). Kawasan terbuka memiliki tekstur yang cenderung kasar seiring kedalaman dengan BOT paling rendah. Kawasan Nipah (*Nypa fruticans*) memiliki kesuburan kimia tanah terbaik dengan pH relatif lebih tinggi, KTK, dan kandungan hara yang lebih baik. Kondisi fisik dan kimia tanah pada kawasan terbuka menunjukkan perlunya dilakukan rehabilitasi pada kawasan terbuka melalui penanaman vegetasi mangrove secara terencana, serta penguatan pengawasan terhadap alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak demi menjaga keberlanjutan ekosistem Delta Mahakam.

Kata kunci: *Avicennia marina*; Fisik Tanah; Kimia Tanah; Mangrove; *Nypa fruticans*.

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem paling produktif di kawasan pesisir yang berfungsi sebagai zona penyangga antara daratan dan lautan. Lingkungan mangrove umumnya terbentuk di wilayah estuarin atau muara sungai besar, dimana terjadi pengumpulan material sedimen halus serta partikel organik tersuspensi yang terbawa dari hulu akibat erosi daerah aliran sungai (Julianto dkk., 2023). Mangrove menyerap karbon atmosfer secara efisien melalui fotosintesis, lalu menyimpannya di dalam biomassa dan sedimen (Agustriani dkk., 2024). Melalui proses sekuestrasi CO₂, ekosistem mangrove Indonesia mampu menyerap hingga 67,7 Mt karbon per tahun. Hal ini menjadikan stok karbon tersimpan pada ekosistem mangrove lebih dari dua kali lipat dibandingkan hutan darat maupun hutan tropis (Rahardjanto dkk., 2022).

Delta Mahakam merupakan salah satu wilayah muara terbesar di Kalimantan Timur, Delta Mahakam memiliki dampak ekologi yang tinggi namun menghadapi tekanan dari aktivitas manusia yang masih sangat kuat akibat alih fungsi lahan secara meluas (Mizlan, 2002). Pertumbuhan aktivitas ekonomi pesisir memicu konversi hutan mangrove alami menjadi kawasan budidaya perikanan yang menguntungkan. Data spasial menunjukkan bahwa luasan hutan mangrove asli di kawasan Delta Mahakam telah menyusut drastis hingga menyisakan sekitar 45% (sekitar 49.311 hektar), di mana 55% wilayah delta saat ini telah didominasi oleh bentang tambak buatan untuk komoditas ekspor (Fawzi & Husna, 2021). Alih fungsi lahan ini mengganggu keseimbangan siklus hidrologi alami serta memutus pasokan serasah organik ke permukaan

tanah.

Struktur tegakan hutan mangrove di kawasan Delta Mahakam ini didominasi oleh jenis vegetasi penting seperti nipah (*Nypa fruticans*) dan api-api putih (*Avicennia marina*). Tegakan nipah di wilayah ini tidak hanya bernilai ekologis tinggi, melainkan juga dimanfaatkan secara lestari oleh masyarakat lokal yang terhimpun dalam. Kelompok Tani Hutan (KTH) Sinar Nilam sebagai penopang ekonomi non-kayu (Harjana & Setiawati, 2024). Namun, ketidakseimbangan akibat pembukaan tambak yang kemudian ditinggalkan memicu kerusakan lahan, tanah kehilangan pelindung tajuk alami dan terpapar langsung udara luar yang dapat merusak kandungan tanah. Tanah di area hutan bakau umumnya bertekstur halus, bersalinitas rendah, beralkalinitas tinggi, serta kaya akan lapisan sulfat asam atau bahan sulfida (Sombo et al., 2024).

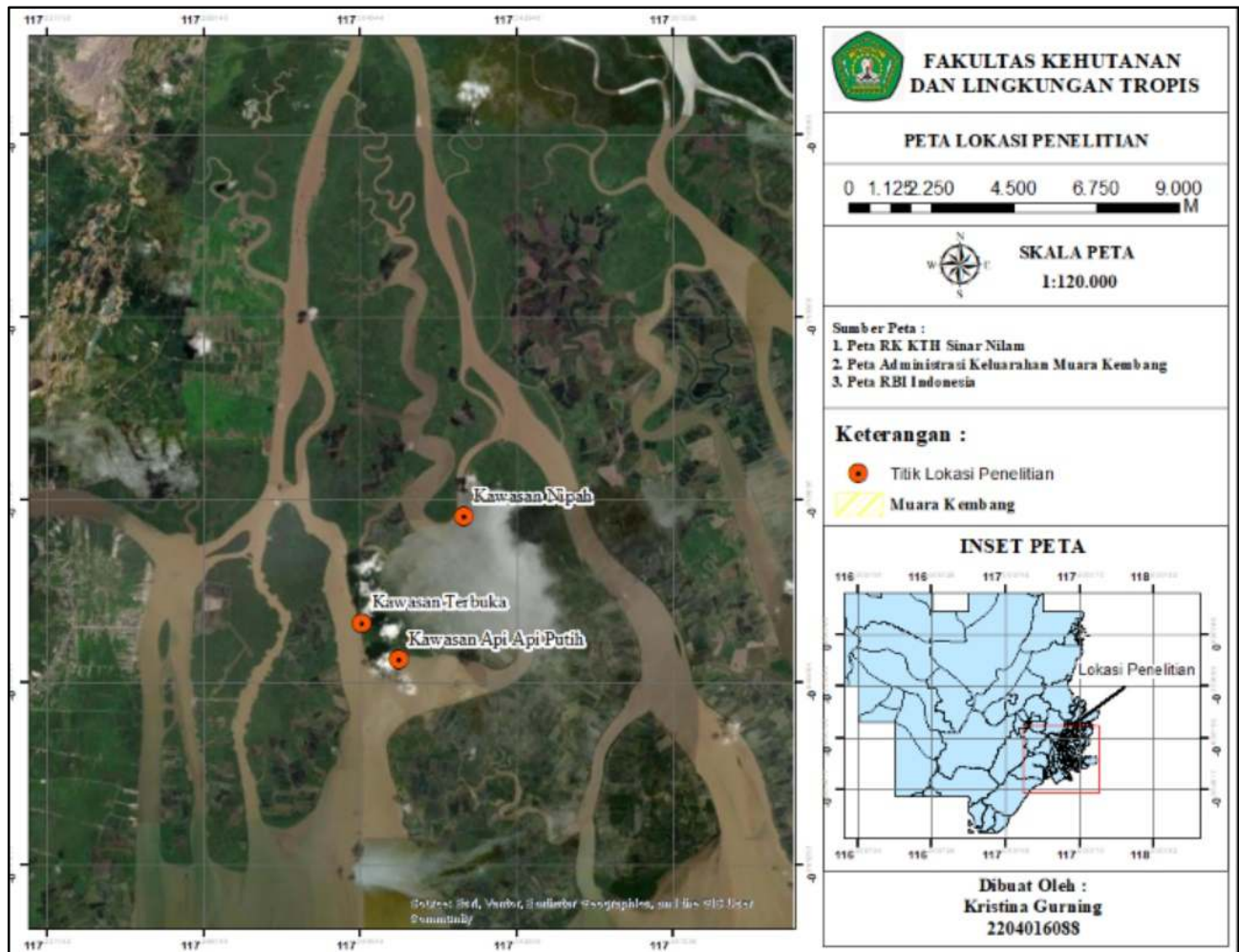
Perubahan kondisi tutupan vegetasi dari kawasan hutan mangrove alami (nipah dan api-api) menjadi area terbuka akibat aktivitas manusia dapat berdampak langsung terhadap degradasi sifat fisik dan kimia tanah mineral bawah permukaan. Hilangnya vegetasi memicu perubahan kation tanah, pencucian hara, serta potensi peningkatan keasaman ekstrem yang menurunkan produktivitas tanah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sifat fisik serta kimia tanah antara kawasan vegetasi nipah, api-api putih, dan kawasan terbuka di Desa Muara Kembang, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara, guna menyediakan basis data ilmiah untuk perencanaan rehabilitasi ekosistem di Delta Mahakam.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Delta Mahakam Desa Muara Kembang, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Pengambilan sampel

dilakukan di 3 kawasan yaitu kawasan dengan dominasi vegetasi nipah (*Nypa fruticans*), vegetasi api-api putih (*Avicennia marina*), dan kawasan terbuka. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kawasan Delta Mahakam Desa Muara Kembang, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* untuk pengambilan sampel tanah. Teknik ini melibatkan pemilihan sampel yang ditentukan oleh peneliti. Sampel tanah diambil berdasarkan kawasan mangrove dominan, yaitu nipah (*Nypa fruticans*), api-api putih (*Avicennia marina*), dan kawasan terbuka (kawasan yang

tidak ditumbuhi nipah dan api-api putih). Pengambilan sampel dilakukan menggunakan bor tanah pada plot berukuran 20m×20m di masing-masing lokasi. Sampel tanah diambil pada tiga titik yang berbeda pada masing-masing kawasan pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm.

Uji Laboratorium

Sampel tanah yang telah diambil dari lokasi penelitian selanjutnya dikomposit sesuai lokasi

kawasan dan kedalamannya. Setelah itu, tanah dikeringkan dan diayak lalu di uji tekstur tanah dan bahan organik untuk sifat fisik tanahnya. Sedangkan sifat kimia tanah diantaranya kejenuhan basa, kation basa (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), kejenuhan Al, Al^{3+} , H^+ , Kapasitas Tukar Kation (KTK), pH tanah, P dan K tersedia C-Organik, N. Total, minyak dan lemak. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, UPA. Sumber Daya Hayati Hutan Tropis Lembab (SDHHTL), Universitas Mulawarman untuk mendapatkan data fisik dan kimia tanah.

Analisis Data

Data sifat fisik dan kimia tanah dari ketiga kawasan (nipah, api-api putih, dan kawasan terbuka) pada berbagai kedalaman disajikan dalam bentuk grafik dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan data numerik hasil laboratorium, serta deskriptif kualitatif melalui studi literatur dari jurnal dan buku untuk memperkuat temuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah

Tekstur Tanah

Hasil dari analisis data pada Tabel 1 didapat tekstur tanah pada kawasan nipah konsisten berkelas lempung liat berdebu (agak halus) pada kedalaman 0-20 cm (debu 59,50%, liat 30,50%, pasir 10,00%) maupun kedalaman 20-40 cm (debu 59,50%, liat 29,50%, pasir 11,00%). Kawasan api-api putih menunjukkan perubahan tekstur antar-kedalaman, yaitu bertekstur pasir berlempung pada kedalaman 0-20 cm (debu 7,50%, liat 8,50%, pasir 84,00%) dan berubah menjadi lempung liat berdebu pada kedalaman 20-40 cm (debu 18,50%, liat 21,50%, pasir 60,00%). Sementara itu, kawasan terbuka memiliki tekstur yang kasar

seiring bertambahnya kedalaman, dari lempung liat berdebu pada kedalaman 0-20 cm (debu 20,50%, liat 20,50%, pasir 59,00%) menjadi lempung berpasir pada kedalaman 20-40 cm (debu 15,50%, liat 12,50%, pasir 72,00%).

Perbedaan ini mencerminkan dinamika sedimen dan peran vegetasi di setiap kawasan. Dominasi fraksi halus pada kawasan nipah membuktikan efektivitas perakarannya dalam menjebak sedimen pasang surut guna menahan air, hara, dan stabilitas tanah (Meli dkk., 2018). Pada kawasan api-api putih, dominasi pasir di lapisan atas terjadi akibat arus pasang surut yang mengangkut partikel halus, sehingga fraksi halus baru menumpuk pada profil yang lebih dalam (Zebua dkk., 2026). Kelembaban tersedia paling optimal pada tekstur lempung berdebu. Partikel tanah berukuran kurang dari 2 mm dikategorikan sebagai tanah halus (Mutmainah dkk., 2021). Sebaliknya, tingginya fraksi pasir di kawasan terbuka menandakan tidak optimalnya pengendapan sedimen akibat hilangnya vegetasi. Hal ini menurunkan daya simpan air dan nutrisi tanah, sejalan dengan Jasrodi dkk. (2024) yang menyatakan bahwa tanah bertekstur kasar/pasir memiliki luas permukaan kecil sehingga sulit menahan air dan hara. Zega & Novita. (2024) juga menyatakan tanah lempung yang halus lebih lemah dalam mengalirkan udara dibandingkan tanah berpasir, namun jauh lebih efektif menyimpan air karena porositasnya yang kecil.

Tabel 1. Analisis Tekstur Tanah pada Kawasan Nipah, Kawasan Api-api Putih, dan Kawasan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

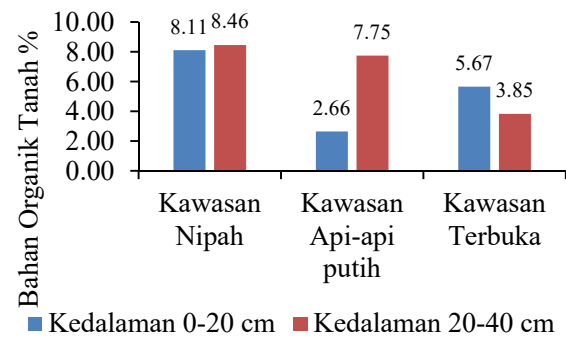
Tekstur (%)	Kawasan Nipah		Kawasan Api-api putih		Kawasan Terbuka	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Debu	59,50	59,50	7,50	18,50	20,50	15,50
Liat	30,50	29,50	8,50	21,50	20,50	12,50
Pasir	10,00	11,00	84,00	60,00	59,00	72,00
Kelas Tekstur Tanah	Lempung Liat Berdebu	Lempung Liat Berdebu	Pasir Berlempung	Lempung Liat Berdebu	Lempung Liat Berdebu	Lempung berpasir
Kriteria	Agak Halus	Agak Halus	Kasar	Agak Halus	Agak Halus	Kasar

Bahan Organik Tanah (BOT)

Hasil analisis Bahan Organik Tanah (BOT) di Delta Mahakam (Gambar 2) menunjukkan kandungan tertinggi berada di kawasan nipah, yaitu 8,11% pada kedalaman 0-20 cm dan meningkat menjadi 8,46% pada kedalaman 20-40 cm. Kawasan api-api putih memiliki BOT sebesar 2,66% di lapisan atas dan meningkat menjadi 7,75% di lapisan bawah. Sebaliknya, kawasan terbuka memiliki BOT terendah yang menurun seiring kedalaman, yaitu dari 5,67% (0-20 cm) menjadi 3,85% (20-40 cm).

BOT melimpah di kawasan nipah disebabkan oleh produksi serasah yang tinggi serta perakaran rapat yang efektif memerangkap dan mengunci sedimen organik dalam jangka panjang (Hapsari dkk., 2022). Pada kawasan api-api putih, penumpukan BOT di lapisan bawah dipengaruhi oleh pencucian oleh pasang surut, aktivitas biota tanah, serta kondisi anaerobik yang memperlambat dekomposisi (Kristensen dkk., 2008).

Rendahnya BOT di kawasan terbuka terjadi akibat minimnya pasokan serasah vegetasi serta tingginya laju perombakan karbon akibat paparan sinar matahari langsung (Donato dkk., 2011). Secara umum, tingginya BOT pada kawasan bervegetasi terbukti memelihara kesuburan tanah dan mendukung penyimpanan *blue carbon* (Alongi, 2014).



Gambar 2. Diagram Bahan Organik Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

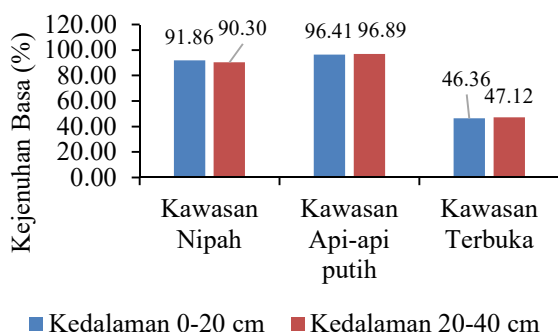
Sifat Kimia Tanah

Kejenuhan Basa (KB)

Kejenuhan Basa (KB) merupakan indikator kesuburan tanah yang menunjukkan perbandingan kation basa terikat dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah (Andira dkk., 2022). Semakin tinggi nilai KB, semakin melimpah ketersediaan hara penting seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ .

Pada ekosistem mangrove, dinamika KB dipengaruhi oleh jenis vegetasi serta pasang surut air laut yang menyuplai garam-garam terlarut, sehingga tanah mangrove umumnya memiliki KB lebih tinggi dibanding tanah daratan seperti pada (Gambar 3). Nilai Kejenuhan Basa (KB) pada kawasan nipah mencapai 91,86% (0-20 cm) dan 90,30% (20-40 cm), pada kawasan api-api putih tercatat paling tinggi, yaitu 96,41% (0-20 cm) dan

96,89% (20-40 cm). Sedangkan, pada kawasan terbuka memiliki nilai KB paling rendah, yaitu 46,36% (0-20 cm) dan 47,12% (20-40 cm). Tingginya nilai KB di kedua Kawasan bervegetasi mangrove ini tergolong kedalam kriteria sangat tinggi, yang menandakan kompleks jerapan tanah didominasi oleh kation-kation basa dibandingkan kation asam (H^+ dan Al^{3+}).



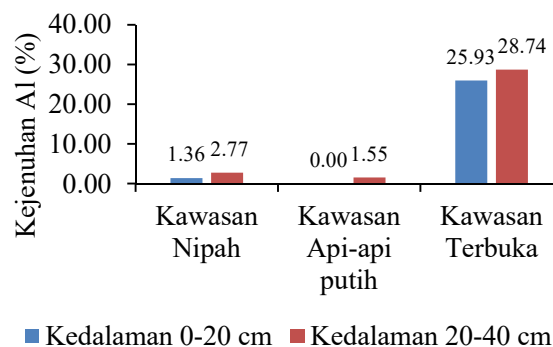
Gambar 3. Diagram Kejenuhan Basa Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Hal ini selaras dengan nilai kation basa di kawasan bervegetasi mangrove yang memiliki Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Natrium (Na^+), Kalium (K^+) yang sangat dominan. Melimpahnya kation basa ini merupakan dampak pasang surut air laut yang menyuplai garam terlarut ke dalam pori tanah. Sebaliknya, hilangnya vegetasi pesisir mengurangi kemampuan tanah menahan hara, sehingga kation basa mudah tercuci dan digantikan kation asam yang secara signifikan menurunkan nilai kejenuhan basa (Donato dkk., 2011).

Kejenuhan Aluminium (Al)

Hasil analisis kejenuhan Aluminium (Al) di Delta Mahakam (Gambar 4) menunjukkan perbedaan mencolok antara kawasan bervegetasi mangrove dan kawasan terbuka. Nilai kejenuhan Al pada kawasan nipah tergolong sangat rendah, yaitu 1,36% (0-20 cm) dan 2,77% (20-40 cm).

Kawasan api-api putih mencatatkan nilai terendah, yaitu 0,00% (0-20 cm) dan 1,55% (20-40 cm). Sebaliknya, kejenuhan Al di kawasan terbuka melonjak tajam hingga 25,93% (0-20 cm) dan 28,74% (20-40 cm).



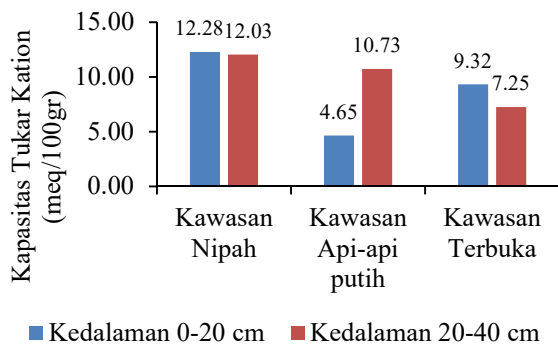
Gambar 4. Diagram Kejenuhan Aluminium (Al) Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Rendahnya kejenuhan Al pada kawasan nipah dan api-api putih sesuai dengan kecilnya kation asam (Al^{3+} 0,00-0,33 meq/100g; H^+ 0,17-0,83 meq/100g). Hal ini didorong oleh penggenangan pasang surut yang mendominasi kompleks jerapan tanah dengan kation basa, serta tingginya bahan organik yang efektif mengikat dan mereduksi kelarutan Al^{3+} bebas (Siregar, 2017).

Sebaliknya, tingginya kejenuhan Al di kawasan terbuka berbanding lurus dengan tingginya kation asam (Al^{3+} 2,08-2,42 meq/100g; H^+ 1,75-2,58 meq/100g). Minimnya vegetasi menyebabkan pencucian kation basa secara intensif oleh air hujan, yang posisinya kemudian digantikan oleh ion Al^{3+} dan H^+ , serta rendahnya bahan organik di kawasan terbuka juga tidak mampu meredam racun Al. Hilangnya vegetasi pelindung terbukti memicu pengasaman tanah dan meningkatkan kelarutan aluminium yang dapat menghambat pertumbuhan alami (Donato dkk., 2011).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

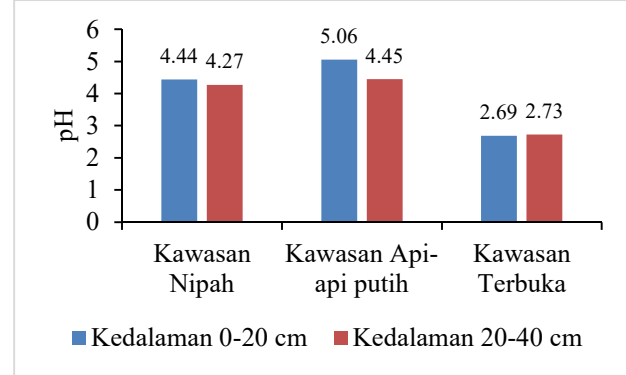
Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan kemampuan koloid tanah dalam mengikat dan menyediakan hara serta mencegah pencucian oleh air (Sarah dkk., 2023). Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 5 menunjukkan KTK tertinggi berada di kawasan nipah (12,28 meq/100g pada 0-20 cm dan 12,03 meq/100g pada 20-40 cm). Pada kawasan api-api putih, KTK meningkat signifikan dari lapisan atas (4,65 meq/100g) ke lapisan bawah (10,73 meq/100g). Sebaliknya, kawasan terbuka memiliki KTK terendah yang menurun seiring kedalaman, yaitu dari 9,32 meq/100g menjadi 7,25 meq/100g.



Gambar 5. Diagram Kapasitas tukar Kation Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Tingginya KTK di kawasan nipah dikarenakan melimpahnya bahan organik sebagai situs jerapan hara utama. Kenaikan KTK di lapisan bawah kawasan api-api putih dipicu oleh translokasi material organik akibat dinamika pasang surut. Sementara itu, rendahnya KTK di kawasan terbuka terjadi akibat minimnya pasokan bahan organik. Tingginya KTK yang berbanding lurus dengan kandungan bahan organik ini membuktikan peran penting vegetasi mangrove dalam memelihara kapasitas penyimpanan hara tanah (Faery dkk., 2024).

Potensial Hidrogen (pH)



Gambar 6. Diagram pH Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

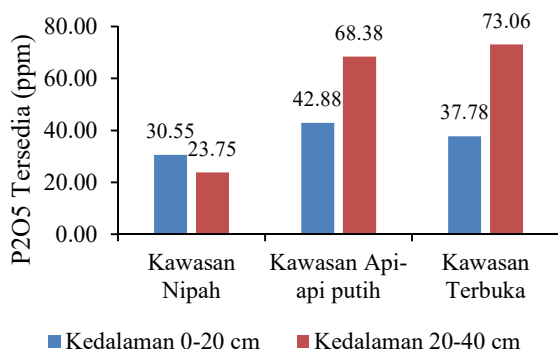
Berdasarkan hasil analisis pH tanah di Delta Mahakam pada gambar 6 menunjukkan kondisi masam hingga sangat masam ekstrem di ketiga kawasan. Nilai pH tertinggi ditemukan pada kawasan api-api putih, yaitu 5,06 (0-20 cm) dan 4,45 (20-40 cm). Kawasan nipah menunjukkan kondisi masam yang stabil, yaitu 4,44 (0-20 cm) dan 4,27 (20-40 cm). Sebaliknya, tingkat keasaman ekstrem terjadi di kawasan terbuka dengan nilai pH mencapai 2,69 (0-20 cm) dan 2,73 (20-40 cm).

Relatif tingginya pH pada kawasan bervegetasi menunjukkan peran vegetasi mangrove dalam memelihara stabilitas kimiawi tanah, serta dekomposisi serasah secara teratur menghasilkan asam-asam organik alami yang menjaga pH tetap berada pada kisaran normal bagi ekosistem mangrove. Sebaliknya, keasaman ekstrem pada kawasan terbuka dipicu oleh hilangnya tutupan vegetasi yang mengganggu kondisi hidrologi dan aerasi tanah, yang memicu proses pengasaman intensif.

P_2O_5 Tersedia

Hasil analisis P_2O_5 tersedia (Gambar 7) menunjukkan nilai yang berbeda antarkawasan.

Pada kawasan nipah, kadar P_2O_5 lebih tinggi di lapisan atas 30,55 ppm dibanding lapisan bawah 23,75 ppm akibat pemanfaatan aktif oleh akar permukaan. Sebaliknya, pada kawasan api-api putih dan terbuka, P_2O_5 justru menumpuk di lapisan bawah (68,38 ppm dan 73,06 ppm) dibandingkan lapisan atas (42,88 ppm dan 37,78 ppm).



Gambar 7. Diagram P_2O_5 Tersedia Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

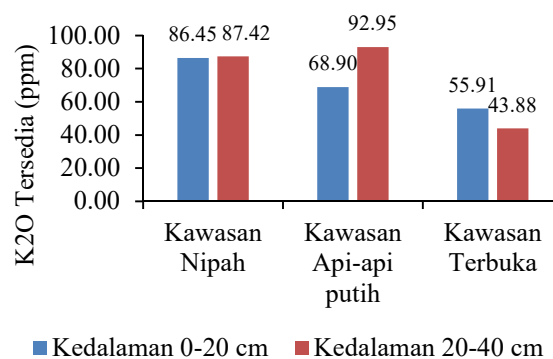
Penumpukan fosfor di lapisan bawah dipicu oleh pencucian fosfor organik serta kondisi redoks tanah yang melepas ikatan P. Ketersediaan P_2O_5 dipengaruhi oleh pH, bahan organik, dan mikroorganisme pelarut fosfat (Komalasari dkk., 2022). Pada tanah masam, P cenderung terikat oleh Al dan Fe sehingga kelarutannya terbatas (Isir dkk., 2022). Perbedaan ini mencerminkan variasi kemampuan tanah di tiap kawasan dalam melepaskan ikatan fosfor untuk diserap tanaman (Saosang dkk., 2022).

K₂O Tersedia

Hasil analisis laboratorium K_2O tersedia pada Gambar 8 menunjukkan kadar paling stabil di kawasan nipah, yaitu 86,45 ppm pada kedalaman 0-20 cm dan 87,42 ppm pada kedalaman 20-40 cm, yang menunjukkan efisiensi perakitan dalam mendaur ulang

kalium di seluruh profil tanah. Kawasan api-api putih menunjukkan peningkatan K_2O dari lapisan atas 68,90 ppm ke lapisan bawah 92,95 ppm akibat pengumpulan hara pasang surut dan mineralisasi bahan organik di lapisan dalam.

Sebaliknya, kawasan terbuka mengalami penurunan kadar K_2O seiring kedalaman, dari 55,91 ppm menjadi 43,88 ppm, akibat pencucian hara yang intensif tanpa pasokan serasah. Perbedaan ini menunjukkan bahwa dekomposisi serasah vegetasi sangat menentukan ketersediaan dan stabilitas K_2O tanah (Manurung dkk., 2015).

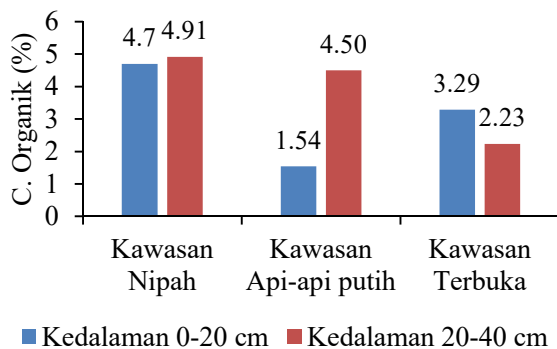


Gambar 8. Diagram K_2O Tersedia Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

C-Organik

Hasil analisis laboratorium pada Gambar 9 menunjukkan bahwa kawasan nipah memiliki cadangan C-Organik tertinggi, dengan nilai puncak di lapisan bawah 4,91% akibat produksi serasah yang tinggi serta kondisi tergenang yang memperlambat dekomposisi. Kawasan api-api putih juga mengalami peningkatan C-Organik yang drastis pada lapisan bawah akibat penimbunan serasah, aktivitas akar, dan pasang surut.

Sebaliknya, kawasan terbuka mencatatkan C-Organik terendah yang menurun seiring kedalaman akibat ketiadaan input serasah dan tingginya laju oksidasi. Kadar C-Organik ini mencerminkan tingkat kesuburan tanah secara menyeluruh sebagai penyedia energi mikroorganisme dan sumber hara (Sari & Yusmah, 2023). Hasil ini sejalan dengan penelitian (Julianto dkk., 2023). di Desa Sungai Kupah, Kalimantan Barat, yang menegaskan bahwa tutupan vegetasi mangrove memelihara akumulasi C-Organik (6,75-11,77%) jauh lebih tinggi dibandingkan kawasan terdegradasi.

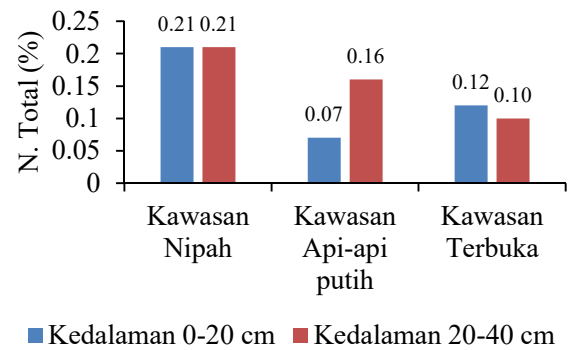


Gambar 9. Diagram C-Organik Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

N. Total

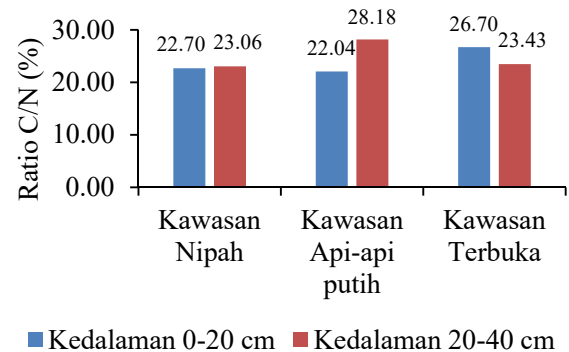
Kawasan nipah mencatatkan kadar N-Total tertinggi dan paling stabil pada kedua kedalaman, hal ini menunjukkan melimpahnya cadangan nitrogen dari dekomposisi serasah kaya bahan organik. Kawasan api-api putih menunjukkan kadar N-Total yang relatif baik dengan penumpukan lebih tinggi di lapisan bawah, sejalan dengan pola distribusi bahan organiknya. Sebaliknya, kawasan terbuka memiliki N-Total terendah akibat minimnya input serasah vegetasi. Tingginya N-Total ini berkorelasi positif dengan kandungan C-Organik karena keduanya bersumber dari perombakan bahan organik yang sama

(Punoindoong dkk., 2021).



Gambar 10. Diagram N.Total Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Ratio C/N

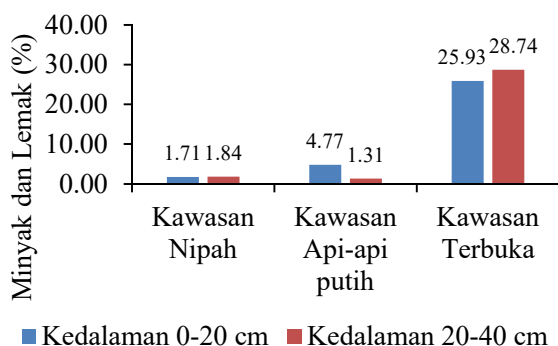


Gambar 11. Diagram Ratio C/N Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Hasil analisis laboratorium pada Gambar 11 menunjukkan kawasan nipah memiliki rasio C/N yang relatif stabil dan seimbang, yaitu 22,70 (0-20 cm) hingga 23,06 (20-40 cm), yang menunjukkan laju dekomposisi bahan organik secara bertahap dan teratur. Perbedaan rasio C/N antarkawasan menunjukkan tingkat kematangan bahan organik serta kualitas dan kuantitas input serasah dari masing-masing vegetasi. Rasio C/N yang tinggi menandakan proses dekomposisi yang lambat atau belum sempurna, sedangkan nilai yang lebih rendah menandakan dekomposisi yang matang sehingga nitrogen lebih cepat terdisosiasi dan siap diserap tanaman (Riski dkk., 2023).

Minyak dan Lemak

Hasil analisis laboratorium (Gambar 12) menunjukkan bahwa kandungan minyak dan lemak tertinggi ditemukan di kawasan terbuka pada kedua kedalaman, yaitu 25,93% (0-20 cm) dan 28,74% (20-40 cm). Tingginya penumpukan pencemar ini dipicu oleh posisi lokasi yang dekat dengan jalur transportasi air, aktivitas pertambakan, serta dampak historis eksplorasi minyak dan gas bumi di Delta Mahakam sejak pertengahan 1970-an (Mizlan, 2002). Tingginya kandungan minyak dan lemak dalam tanah berpotensi melapisi perakaran sehingga menghambat respirasi dan penyerapan air, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas serta daya dukung ekosistem mangrove secara keseluruhan.



Gambar 12. Diagram Minyak dan Lemak Tanah pada Kawasan Nipah, Api-api Putih, dan Terbuka di Kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

KESIMPULAN

Karakteristik sifat fisik dan kimia tanah di Kawasan Delta Mahakam sangat dipengaruhi oleh keberadaan dan jenis tutupan vegetasi mangrove. Keberadaan vegetasi nipah (*Nypa fruticans*) dan api-api putih (*Avicennia marina*) terbukti efektif memelihara kualitas dan kesuburan tanah melalui pembentukan tekstur yang stabil (lempung liat berdebu), tingginya penumpukan bahan organik

(BOT dan C-Organik), stabilitas pH, serta kecukupan ketersediaan hara (KTK, KB, P_2O_5 , K_2O , dan N-Total). Sebaliknya, alih fungsi lahan menjadi kawasan terbuka memicu degradasi tanah kuat yang ditandai dengan tekstur yang semakin kasar, minimnya retensi hara, pengasaman ekstrem, kejenuhan aluminium (Al^{3+}) yang sangat tinggi, serta tingginya kontaminasi minyak dan lemak. Hal ini menunjukkan pentingnya keberadaan tutupan vegetasi alami dalam mencegah pengasaman tanah dan memelihara fungsi ekologis ekosistem mangrove di Delta Mahakam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis atas bantuan pendanaan penelitian, Kelompok Tani Hutan (KTH) Sinar Nilam yang telah memberikan izin dan pendampingan pada saat penelitian serta semua pihak yang mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriani, F., Iskandar, I., Yazid, M., Ulqodry, T. Z., & Fauziah. (2024). Soil Organic Carbon Across Varying Habitat Conditions in the Mangrove Ecosystem in Sembilang National Park, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(11), 4603–4612.
- Alongi, D. M. (2014). Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. *Annual Review of Marine Science*, 6(1), 195–219. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>
- Andira, U., Killa, Y. M., & Kapoe, S. K. K. L. (2022). Analisis Sifat Kimia Tanah pada Lahan Pertanian di Kelurahan Kawangu Kecamatan Pandawai Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Agro Indragiri*, 7(2), 22–26.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., & Stidham, M. (2011). Mangroves Among the Most Carbon-Rich Forests in the Tropics. *Nature Geoscience*, 4(4), 1–5. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>
- Faery, D., Harefa, C., Zebua, M., Nias, U., Zebua,

- M., & Gunungsitoli, U. N. (2024). Peran Kapasitas Tukar Kation dalam Mempertahankan Kesuburan Tanah pada Berbagai Jenis Tekstur Tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 01(1), 165–170.
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). Aquaculture Development Monitoring on Mangrove Forest in Mahakam Delta, East Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 750(1), 1–9.
- Hapsari, F. N., Maslukah, L., Dharmawan, I. W. E., & Wulandari, S. Y. (2022). Simpanan Karbon Organik dalam Sedimen Mangrove terhadap Pasang Surut di Pulau Bintan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 86–98.
- Harjana, A. T., & Setiawati, S. (2024). Penilaian Modal Sosial Kelompok Tani Hutan (KTH) Sinar Nilam dalam Pemanfaatan Hutan Mangrove. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 8(1), 16–29.
- Isir, S., Tamod, Z. E., & Supit, J. M. J. (2022). Identifikasi Sifat Kimia Tanah pada Lahan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*, L.) di Desa Talikuran Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. *Soil Environmental*, 22(1), 6–11.
- Jasrodi, Bakti, L., & Arifin, Z. (2024). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kawasan Vulkanik Desa Genggulang Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Sains Teknologi Dan Lingkungan*, x(2), 1–12.
- Julianto, F., Herawatiningsih, R., & Anwari, M. (2023). Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah Hutan Mangrove di Desa Sungai Kupah Kabupaten Kubu Raya Fajar. *Jurnal Lingkungan Hutan Tropis*, 2(3), 472–479.
- Komalasari, I. N., Diantari, R., & Wijayanti, H. M. (2022). Dinamika Nitrat (NO₃) dan Fosfat (PO₄) pada Kerapatan Mangrove yang Berbeda di Pantai Ringgung, Pesawaran, Lampung. *Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), 16–25.
- Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic Carbon Dynamics in Mangrove Ecosystems: A Review. *Aquatic Botany*, 89(2), 201–219.
- Manurung, R., Gunawan, J., Hazriani, R., & Suharmoko, J. (2015). Pemetaan Status Unsur Hara N,P dan K Tanah pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut. *Jurnal Pedon Tropika*, 3(1), 89–96.
- Meli, V., Sagiman, S., & Gafur, S. (2018). Identifikasi Sifat Fisika Tanah Ultisols pada Dua Tipe Penggunaan Lahan Di Desa Betenung Kecamatan Nanga Tayap Kabupaten Ketapang. *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 8(2), 80–90.
- Mizlan. (2002). Tinjauan Geomorfologi Delta Mahakam. *Tirta Pela*, 1(12), 1–7.
- Mutmainah, D., Ayu, Ieke, W., & Oklima, Ade, M. (2021). Analisis Tanah untuk Indikator Ketersediaan Lugas Tanah di Lahan Kering Kecamatan Empang. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(1), 27–38.
- Punoindoong, S., Sinolungan, M., & Rondonuwu, J. (2021). Kajian Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-Organik pada Tanah Berpasir Pertanaman Kelapa Desa Ranoketang Atas. *Soil Enviromental*, 21(3), 6–11.
- Rahardjanto, A., Riski, U., Sari, K., & Waluyo, L. (2022). Ecological Functions of Mangrove Based on Carbondioxide Abilities and Carbon Storage at Cengkong Beach, Trenggalek Regency. *Jurnal Biosilampari*, 4(2), 33–52.
- Riski, O. N., Sakina, E., Syahwal, E., Heru, L., & Putro, S. (2023). Metode Spektrofotometri : Uji C-Organik Cepat dan Akurasi Tinggi pada Sampel Tanah dan Lumpur Kolam Retensi (Studi Kasus di KHDTK Kemampo Kabupaten Banyuasin). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 3(2), 411–420.
- Saosang, S. J., Mambuhu, N., & Katili, H. A. (2022). Analisis Tingkat Kesuburan Tanah pada Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*) di Desa Balingara dan Desa Bella Kecamatan Nuhon. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(1), 155–161.
- Sarah, S., Baharuddin, A., & Bustan. (2023). Sebaran Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kemasaman (pH) Tanah di Tanah Vertisol Kecamatan Sakra Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Soil Quality and Management*, 7(1), 1–6.
- Sari, R., & Yusmah, R. (2023). Penentuan C-organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Keberlanjutan Umur Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 11–19.
- Siregar, B. (2017). Analisa Kadar C-Organik dan Perbandingan C/N Tanah di Lahan Tambak Kelurahan Sicanang Kecamatan Medan Belawan. *Jurnal Warta*, 53.
- Sombo, D., Moge, R. A., & Massora, M. (2024). Soil Analysis of Rhizospher Mangrove *Rhizophora* Sp East Bintuni Village. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 3(11), 1–4.
- Zebua, H. P., Mendrofa, T. S., Waruwu, I. P., Zefrindo, F., Waruwu, T., Gea, I. H., Waruwu, J., Nias, U., Nias, U., Nias, U., Nias, U., Nias, U., & Nias, U. (2026). Analisis Pengaruh Tekstur dan Struktur Tanah Terhadap Kemampuan Menyimpan Air di Lahan

Pertanian Datar Rendah. *Jurnal Ilmu Agroteknologi Indonesia*, 02(01), 39–45.
Zega & Novita, D. (2024). Pengaruh Tekstur dan Struktur Tanah terhadap Distribusi Air dan

Udara di Profil Tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 01(02), 1–6.