



Perbaikan Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Muara Sungai Progo pasca Rehabilitasi melalui Penanaman Bogem (*Sonneratia sp*)
(*Physical and Chemical Properties Improvement of Soils from Progo River Estuarine after Rehabilitation using Sonneratia sp*)

Handojo H. Nurjanto¹, Winastuti D. Atmanto¹, Cahyono Agus D. Koranto¹, Daryono Prehaten¹, Haryono Supriyo¹, & Eny Faridah^{1*}

¹Laboratorium Fisiologi Pohon dan Tanah Hutan, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta

*Email: enyfaridah@ugm.ac.id

HASIL PENELITIAN

DOI: 10.22146/jik.v15i2.1802

RIWAYAT NASKAH :

Diajukan (*submitted*): 1 Maret 2020

Diperbaiki (*revised*): 6 Mei 2021

Diterima (*accepted*): 16 Agustus 2021

KEYWORD

Sonneratia, site improver, estuarine, soil texture, organic matter

KATA KUNCI

Sonneratia, pembenah tapak, muara sungai, tekstur, bahan organik

ABSTRACT

Mangrove planting in Progo River Estuarine in Kulon Progo was hindered by its marginal conditions, where the land was dominated by very dynamic sandy substrat. This condition has caused the growth of various planted mangrove seedlings by Forestry UGM team (2015-2016) was very low. Nevertheless, it was found that Sonneratia can grow well in the location. It was expected that Sonneratia can improve site condition so it became suitable for the growth of other mangrove species. This research aimed to assess soil properties of Progo River estuarine after rehabilitation using Sonneratia. Characterisation of soil physical (texture) and chemical (salinity, pH, and soil organic matter) properties were conducted in the Laboratory of Tree Physiology and Forest Soil, Faculty of Forestry UGM. Soil samples were collected from Sonneratia plant area in various growing conditions. The results showed that growth of Sonneratia affected soil physical properties particularly increasing the proportion of clay and silt, but not soil texture class. In general, more proportion of clay and sand were detected in the bigger Sonneratia plants and in the outer section of root system. The growth of Sonneratia also affected soil chemical properties particularly soil organic matter but not soil pH and salinity.

INTISARI

Penanaman vegetasi mangrove di Muara Sungai Progo, Kulon Progo terkendala oleh kondisi lahan yang marginal berupa substrat yang didominasi oleh pasir yang sangat dinamis. Kondisi ini menyebabkan keberhasilan pemamanan berbagai jenis semai mangrove oleh tim Fakultas Kehutanan UGM (2015-2016) sangat rendah. Namun demikian, dari kegiatan tersebut diketahui bahwa bogem (*Sonneratia*) mampu tumbuh baik di Muara Sungai Progo. Bogem diharapkan menjadi vegetasi pionir yang dapat memperbaiki kondisi tapak sehingga menjadi sesuai untuk pertumbuhan berbagai jenis vegetasi mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisika dan kimia tanah pada lahan Muara Sungai Progo pasca rehabilitasi lahan melalui penanaman bogem. Karakterisasi sifat fisika (tekstur) dan kimia (salinitas, pH, kandungan bahan organik) tanah dilakukan di laboratorium Fisiologi Pohon dan Tanah Hutan, Fakultas Kehutanan UGM. Sampel tanah diambil dari lahan yang telah ditanami bogem dengan berbagai kondisi pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan bogem mengubah sifat fisik tanah, khususnya peningkatan proporsi fraksi lempung dan debu, walaupun belum memengaruhi kelas tekstur. Semakin besar tanaman bogem, semakin besar proporsi lempung dan debu, dengan peningkatan proporsi terbesar terjadi pada sistem perakaran di bagian ujung. Pertumbuhan bogem juga menyebabkan perubahan sifat kimia tanah berupa peningkatan kandungan bahan organik, namun tidak untuk pH dan salinitas tanah.

Pendahuluan

Muara sungai merupakan salah satu bentuk kawasan pesisir yang dicirikan oleh adanya pertemuan antara sungai dan laut yang di dalamnya/di tepinya terdapat endapan lumpur atau tanah yang dapat menjadi tempat tumbuh bagi berbagai vegetasi mangrove ataupun vegetasi pantai. Usaha penanaman berbagai vegetasi mangrove yang bertujuan untuk menciptakan perlindungan kawasan pesisir di Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo terkendala oleh kondisi lahan yang marginal, yaitu lahannya memiliki substrat yang didominasi oleh pasir yang sangat dinamis. Muara sungai tersebut merupakan muara sungai yang khas karena substratnya berupa endapan sungai yang berhulu di Gunung Merapi sehingga didominasi oleh fraksi pasir. Hasil penelitian Budiadi et al. (2016) menunjukkan bahwa seluas 2,49 ha lahan yang secara periodik tergenang air pasang surut merupakan lahan yang didominasi oleh pasir. Kondisi ini menyebabkan keberhasilan pemapanan dan pertumbuhan berbagai jenis semai mangrove sangat rendah. Dari kegiatan penelitian yang dilakukan oleh tim Fakultas Kehutanan UGM antara tahun 2015-2016 dapat diketahui bahwa bogem (*Sonneratia*) dapat tumbuh baik di Muara Sungai Progo tersebut sehingga dapat digunakan sebagai vegetasi pionir pembenah tapak. Pertumbuhan bogem diharapkan dapat memperbaiki kondisi tapak khususnya dalam hal tekstur dan kandungan bahan organik tanah. Pertumbuhan akar antena bogem yang banyak dan rapat dapat memerangkap lumpur yang terdiri dari debu, lempung dan bahan organik sehingga proporsi relatif pasir terhadap debu dan lempung menurun. Perubahan tesktur tanah tersebut diharapkan dapat meningkatkan keberhasilan pemapanan dan pertumbuhan semai tanaman berbagai vegetasi mangrove, akan tetapi informasi mengenai hal tersebut belum diketahui.

Hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di muara sungai, daerah pasang surut atau tepi laut (pesisir) yang sesuai untuk pertumbuhan tumbuhan mangrove. Hutan mangrove biasanya memiliki ciri (karakteristik) berupa adanya zonasi spesies penyusunnya, dari daerah perairan ke arah daratan, yang mencerminkan adanya adaptasi spesies-spesies penyusun mangrove tersebut terhadap kondisi lingkungannya. Di Asia, zona terdepan biasanya diisi oleh spesies dari genus *Avicennia* dan *Sonneratia*. Zona di belakangnya tersusun oleh spesies dari genus *Rhizophora* dan atau *Bruguiera*, yang kemudian di belakangnya diikuti oleh zona yang biasanya didominasi oleh spesies dari genus *Xylocarpus* (Anonim 2009). Studi di Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa zona I ditumbuhi *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops decandra*, zona II ditumbuhi oleh *Avicennia alba* walaupun juga dijumpai adanya *Sonneratia alba* dan *Xylocarpus granatum*, sedang zona III ditumbuhi oleh *Xylocarpus granatum* dan beberapa *Lumnitzera racemose* dan *Bruguiera parviflora* (Mughofara et al. 2018). Selanjutnya Giesen et al. (2006) dan Baderan et al. (2018) menyebutkan bahwa zonasi mangrove berhubungan dengan jenis substrat (lumpur, pasir atau gambut), tingkat paparan gelombang air laut, salinitas, aliran air tawar dari daratan, dan pengaruh gelombang.

Sonneratia (genus *Sonneratia*, famili *Lythraceae*), misalnya *Sonneratia alba*, di pulau Jawa khususnya Yogyakarta memiliki nama lokal bogem. Spesies ini merupakan salah satu vegetasi mangrove yang dapat dijumpai di berbagai daerah, mulai dari Afrika Timur, daratan India, Asia Tenggara, Australia bagian utara, Kalimantan hingga Kepulauan Pasifik. *S. alba* merupakan vegetasi berhabitus pohon yang dapat tumbuh mencapai tinggi 15 m sampai 30 m (Kathiresan et al. 2010).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *Sonneratia* adalah topografi dan fisiografi pesisir, tanah, oksigen, nutrisi, iklim, cahaya, suhu, curah hujan, angin dan gelombang laut, pasang-surut laut, serta salinitas. *Sonneratia* termasuk vegetasi pionir cepat tumbuh yang tumbuh baik pada substrat mulai dari kombinasi antara batu, lumpur dan pasir, pada substrat pasir kasar sampai berbatu (Giesen et al. 2006; Halidah & Kama 2013). *Sonneratia* juga diketahui mampu tumbuh di habitat mangrove yang jenis vegetasi mangrove lain tidak dapat tumbuh seperti yang dijumpai di pantai selatan Jawa Tengah. Lokasi ini memiliki substrat berupa pasir dan secara periodik tergenang dalam waktu yang lama, yang mencapai 4–6 minggu (Setyawan 2009). *Sonneratia sp* pada umumnya relatif tahan terhadap salinitas air, tetapi juga dapat tumbuh pada air yang mendekati air tawar (Giesen et al. 2006). Hasil penelitian yang dilakukan di sepadan Sungai Calik, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan menunjukkan bahwa spesies *Sonneratia* yang berbeda memiliki persyaratan kisaran salinitas yang berbeda. *Sonnerati alba* terdapat pada kisaran salinitas 11–20% sedangkan *S. ovata* pada kisaran 6–15% dan *S. caseolaris* pada kisaran 0–15% (Marisa & Sarno 2015). *Sonnerati alba* walaupun memiliki viabilitas biji yang rendah dapat tumbuh menjadi vegetasi yang dominan di tepi muara sungai (*seaward edge*) (Kathiresan et al. 2010), kemungkinan karena kemampuan produksi bijinya yang banyak dan kemampuan tumbuhnya yang tinggi di lahan yang marginal.

Sonneratia alba merupakan vegetasi yang memiliki berbagai manfaat. *Sonneratia alba* merupakan penyusun hutan mangrove yang berfungsi sebagai perlindungan pantai dari badai dan ombak yang besar (Giesen et al. 2006). Mangrove juga dapat menciptakan habitat yang produktif sehingga memiliki nilai ekonomis yang tinggi, misalnya sebagai tempat berpijahnya ikan, kerang dan udang (Giesen et

al. 2006; Saru et al. 2019) dan organisme bentos (Aunurohim et al. 2015). Fungsi vegetasi mangrove yang lain adalah sebagai penghasil bahan-bahan obat (Giesen et al. 2006). Sebagai contoh, dari daun *S. alba* telah dapat diekstraksi senyawa polisakarida antidiabetik (Morada et al. 2011), senyawa triterpen dan sterol (Ragasa et al. 2015) dan senyawa bioaktif yang memiliki kemampuan anti bakteri (Mitter 2015) and antioksidan (Winarti et al. 2019).

Penelitian yang berkaitan dengan perubahan sifat tanah akibat penanaman vegetasi telah banyak dilakukan di ekosistem mangrove, misalnya oleh Krishnan et al. (2014), Lestyaningrum et al. (2017) dan Baderan et al. (2018) serta di ekosistem lain, misalnya di lahan terdegradasi (Nurjanto et al. 2016) dan lahan terpolusi (Chen et al. 2019). Akan tetapi penelitian mengenai perubahan karakter fisika dan kimia di ekosistem mangrove terutama di muara sungai Progo belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisika dan kimia tanah pada lahan muara Sungai Progo pasca rehabilitasi melalui penanaman bogem (*Sonneratia sp*).

Metode

Rehabilitasi lahan marginal di Muara Sungai Progo dilakukan melalui pendekatan revegetasi menggunakan vegetasi pionir yang sesuai dan cepat tumbuh pada kondisi tersebut, yaitu bogem. Tujuan dari revegetasi ini untuk menciptakan kondisi tempat tumbuh yang lebih baik dan meningkatkan kesuburan tanah sehingga sesuai untuk pertumbuhan jenis tanaman mangrove lainnya. Penelitian ini merupakan tahapan pasca revegetasi menggunakan vegetasi pionir bogem, yaitu karakterisasi tapak tempat tumbuh.

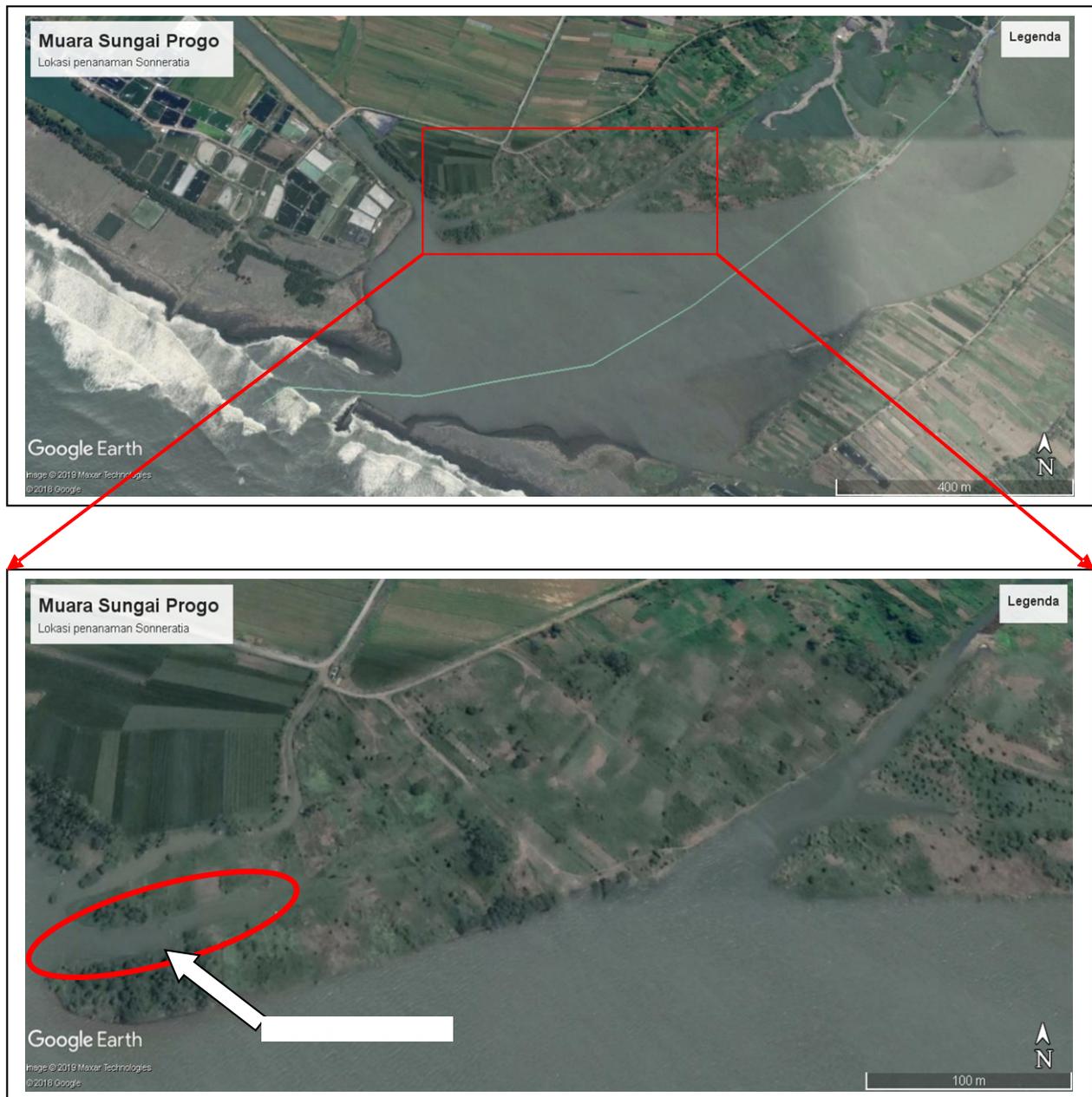
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah pertanaman bogem di sisi

barat muara Sungai Progo yang terdapat di Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan Laboratorium Fisiologi Pohon dan Tanah Hutan, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan UGM. Pengamatan tanaman bogem dan pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Mei 2019 sedangkan analisis tanah pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2019.

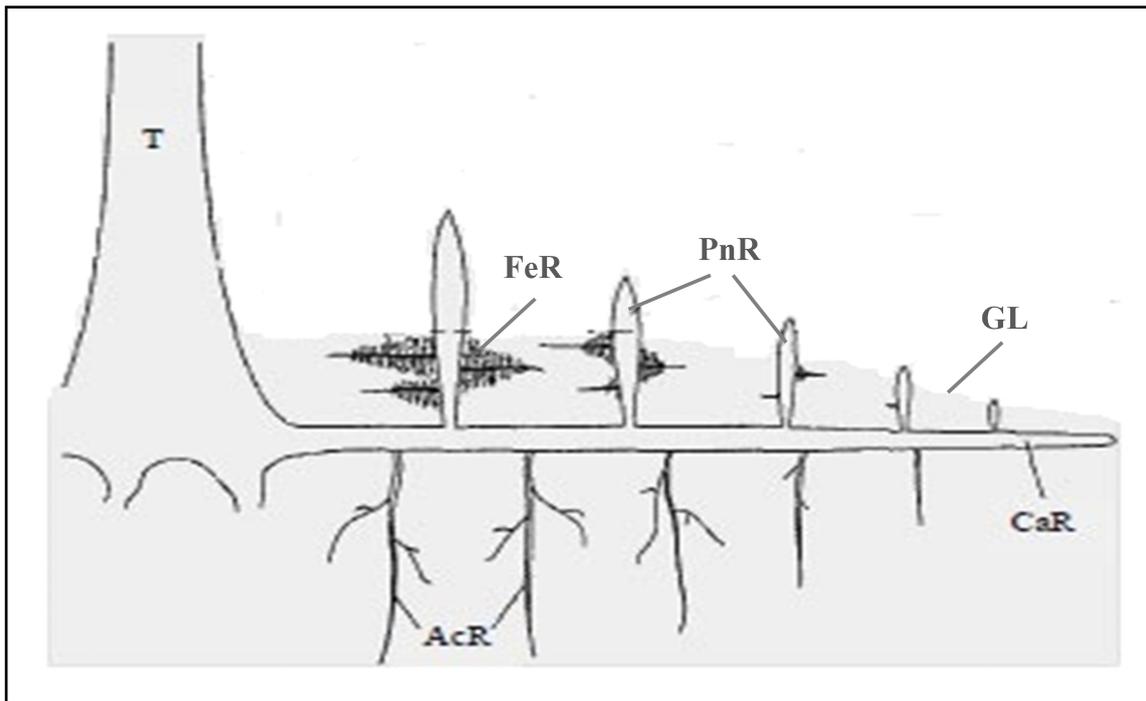
Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan inventarisasi dan pengukuran terhadap semua tanaman bogem, sedangkan parameter yang diukur adalah tinggi dan diameter batang. Dari data pertumbuhan tersebut selanjutnya dibuat pengelompokan pertumbuhan berdasarkan tinggi pohon, yaitu pertumbuhan kecil (20–32 cm), sedang (32,1–62 cm) dan tinggi (62,1–93



Gambar 1. Lokasi penelitian karakterisasi sifat fisika dan kimia tanah pasca rehabilitasi di tepi muara Sungai Progo yang terdapat di Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo

Figure 1. Location of research on physical and chemical properties improvement of soils from Progo River estuarine after rehabilitation using Sonneratia, located in Banaran Village, Galur, Kulon Progo



Gambar 2. Diagram akar tanaman *Sonneratia* sp. dewasa yang menunjukkan bagian-bagian dari sistem perakaran, meliputi: FeR (*Feeding Root*), PnR (*Pneumatophores/akar nafas*), CaR (*Cable Roots*), dan AcR (*Anchor Roots*) (Purnomobasuki & Suzuki 2004)

Figure 2. Root diagram of mature *Sooneratia* plant, showing parts of root system, including FeR (*Feeding Root*), PnR (*Pneumatophores*), CaR (*Cable Roots*), and AcR (*Anchor Roots*) (Purnomobasuki & Suzuki 2004)

cm). Dari masing-masing pengelompokan selanjutnya ditentukan 15 pohon sampel (5 pohon untuk tiap kelompok pertumbuhan) untuk pengamatan panjang akar dan kerapatan akar antena serta pengambilan sampel tanah.

Pengamatan terhadap panjang akar dan kerapatan akar antena dilakukan terhadap akar pada arah akar yang bebas (tidak terdapat akar dari pohon dari pohon bogem di sebelahnya, pada umumnya pada arah sungai). Panjang akar yang diukur adalah jarak antara pangkal batang terhadap akar antena terluar (Gambar 2), sedangkan penghitungan kerapatan akar antena dilakukan dengan menghitung jumlah akar antena pada satu juring lingkaran.

Sampel tanah diambil dari bawah pohon sampel, masing-masing dari 3 posisi, yaitu dekat pangkal, pada posisi akar antena terluar dan titik tengah antara pangkal dan akar antena terluar, pada arah akar yang bebas (tidak terdapat akar dari pohon di sebelahnya). Sebagai pembanding, juga diambil sampel tanah dari

lahan yang tidak terdapat vegetasi bogem. Total sampel tanah yang diambil adalah sebanyak 48 sampel yang terdiri dari 45 sampel dari sekitar perakaran pohon sampel (3 kelompok pertumbuhan x 5 pohon x 3 posisi akar) dan 3 sampel dari area kontrol (tidak terdapat vegetasi bogem). Sampel tanah selanjutnya dianalisis untuk mengetahui sifat fisik (yaitu tekstur tanah) dan sifat kimia (yaitu salinitas, pH, dan kandungan bahan organik). Tekstur dan kandungan bahan organik tanah dianalisis menggunakan metode gravimetri setelah pemisahan partikel-partikelnya menggunakan metode oleh Kunze dan Dixon (1986), dan pH diukur menggunakan pH meter. Pengukuran salinitas tanah menggunakan *ATC Salinity Refractometer* dilakukan pada sampel tanah dengan perbandingan (volume) tanah dengan air sebesar 1:5, 1:2, 1:1 dan 2:1. Data dianalisis secara statistik deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil Penelitian

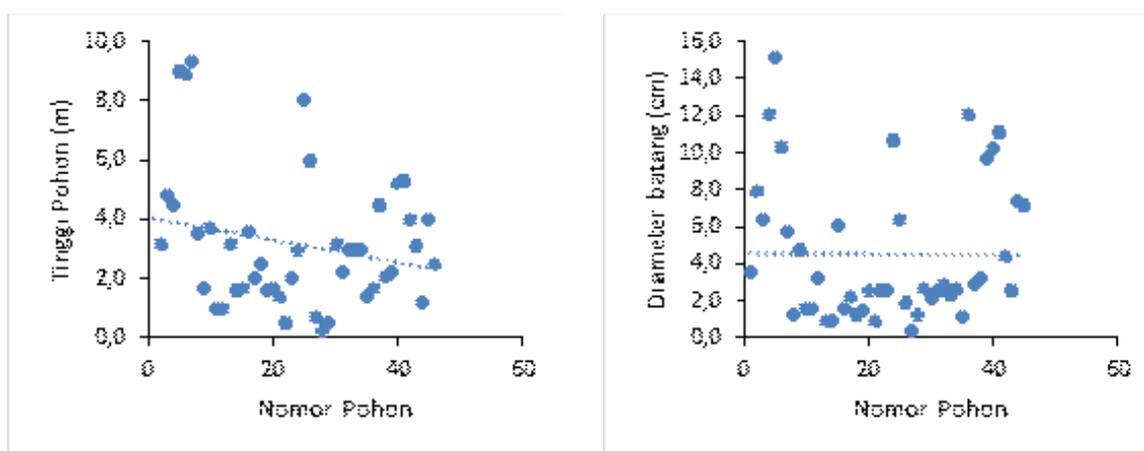
Inventarisasi Tanaman Bogem

Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa terdapat 45 batang tanaman bogem yang berhasil tumbuh di muara Sungai Progo, Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo. Tanaman tersebut merupakan hasil kegiatan rehabilitasi mulai tahun 2016 sampai 2018. Keberhasilan hidup tanaman bogem di Muara Sungai Progo ini sesuai dengan pernyataan Setyawan (2009). Hasil penelitian Setyawan (2009) juga menunjukkan bahwa *Sonneratia* yang dapat tumbuh baik di Muara Sungai Bogowonto yang memiliki substrat pasir adalah *Sonneratia* yang berasal dari daerah tersebut dan sekitarnya. Secara genetik *Sonneratia* tersebut berbeda dengan *Sonneratia* yang berasal dari Segara Anakan (muara sungai Serayu) di Cilacap dan muara sungai di pantai utara Pulau Jawa yang memiliki substrat berlumpur. mampu tumbuh baik di Muara Sungai Bogowonto.

Tanaman bogem yang berhasil tumbuh di Muara Sungai Progo tersebut memiliki ukuran tinggi dan diameter yang bervariasi (Gambar 3). Tinggi rata-rata dari tanaman bogem yang tumbuh di lokasi penelitian yaitu 3,2 m, dengan pohon tertinggi berukuran 9,3 m dan pohon terpendek berukuran 0,2 m. Diameter tanaman bogem memiliki rata-rata sebesar 4,5 cm, dengan diameter terbesar sebesar 15,1 cm dan terkecil sebesar 0,3 cm. Pengelompokan tanaman bogem berdasarkan tinggi pohon menjadi 3 kelompok disajikan pada Tabel 1.

Perakaran Tanaman Bogem

Sistem perakaran tanaman bogem terdiri dari 4 tipe akar yang memiliki arah pertumbuhan yang berbeda, yaitu: (a) akar antenna (*pneumatophore*) yang memiliki pertumbuhan ke atas (*negatively orthogravitropic*), (b) akar kabel (*cable roots*) dan (c) akar serabut (*feeding roots*) yang memiliki pertumbuhan mendatar (*diagravitropic*) dan (d) akar jangkar (*anchor roots*) yang memiliki pertumbuhan

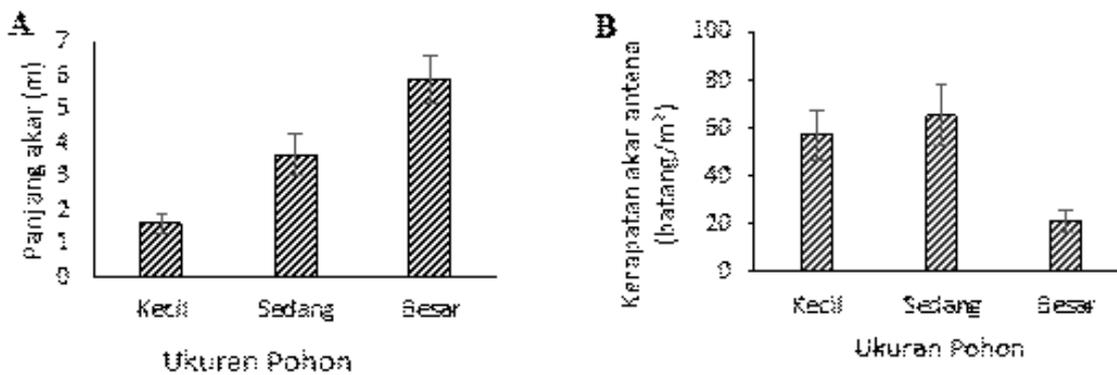


Gambar 3. Sebaran tinggi dan diameter tanaman bogem di muara Sungai Progo, Desa Banaran
Figure 3. Height and diameter distribution of bogem plants in Progo river estuarine, Banaran village.

Tabel 1. Pengelompokan tanaman bogem di lokasi penelitian di Muara Sungai Progo, Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo berdasarkan tinggi tanaman

Table 1. Grouping based on plant height of bogem in research location in Progo river estuarine, Banaran village, Galur, Kulon Progo

Kelompok	Kisaran tinggi (m)	Jumlah individu	Rerata tinggi (m)
Kecil	0,20–3,20	27	1,8
Sedang	3,21–6,20	14	4,2
Besar	6,21–9,30	4	8,8



Gambar 4. Panjang akar bogem yang diukur dari pangkal batang sampai akar antenna terluar (A) dan kerapatan akar antenna (B) pada masing-masing kelompok ukuran pohon bogem
Figure 4. Bogems' root length measured from steem base to outmost antenna root (A) and antenna root density (B) of bogem plants of different sizes

ke bawah (*positively orthogravitropic*) (Purnomobasuki dan Suzuki 2004). Pada penelitian ini, pengukuran panjang perakaran tanaman bogem, dilakukan dengan mengukur perakaran mulai dari pangkal batang tanaman bogem sampai dengan akar antenna terluar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tanaman bogem semakin panjang akarnya (panjang akar berbanding lurus dengan ukuran pohon bogem). Tanaman bogem berukuran kecil memiliki panjang akar 1,6 m sedangkan tanaman yang berukuran besar memiliki panjang akar 5,9 m (Gambar 4A). Hal ini berarti semakin besar tanaman, semakin ekstensif pembentukan akar antenanya.

Adanya akar antenna (*pneumatophore*) menyebabkan tanaman *Sonneratia* mampu tumbuh pada areal yang tergenang sehingga keberadaan *Sonneratia* (dan juga *Avicenia*) seringkali dihubungkan dengan pengaruh gelombang air laut dan genangan (banjir) (Giesen et al. 2006; Jalil et al. 2020). Pada akar antenna juga dijumpai adanya sel periderm dan tanniferous yang berfungsi untuk mengurangi pengaruh cekaman garam (Tatongjai et al. 2021). *Sonneratia* dikelompokkan sebagai mangrove yang memiliki akar kuat sehingga dapat tumbuh di berbagai habitat mangrove di Northern Tanga Marine Reserve, Tanzania (Muhando 2011).

Kerapatan akar tanaman bogem pada umumnya

tinggi (rapat) pada tanaman bogem berukuran sedang (yaitu 65 batang/m²) atau kecil (yaitu 57 batang/m²), sedangkan pada tanaman bogem berukuran besar kerapatan akar antenanya lebih rendah, yaitu 21 batang/m² (Gambar 4B). Akar antenna dari tanaman bogem berukuran kecil pada umumnya berdiameter kecil (± 1 cm) dan berwarna putih sampai putih kehijauan sedangkan akar tanaman bogem berukuran besar dapat memiliki diameter 3-5 cm dengan warna coklat - putih kecoklatan (Gambar 5).

Jumlah akar antenna yang lebih sedikit tetapi berukuran lebih besar pada tanaman yang berukuran lebih besar kemungkinan karena proses pertumbuhan sekunder akar (*cambial growth*) dari sebagian akar yang menyebabkan akar berubah menjadi akar berumur panjang (*perennial roots*). Akar antenna pada tanaman bogem yang berukuran lebih kecil adalah akar muda yang merupakan akar berumur pendek (akar semusim). Sebagian dari akar tersebut akan mati dan sebagian akan berubah menjadi akar berumur panjang dengan mengalami pertumbuhan sekunder akar. Pertumbuhan sekunder akar juga diikuti dengan proses perubahan warna akar menjadi coklat yang disebut *metacutization*, yaitu suatu proses yang terdiri dari proses lignifikasi dan suberisasi dinding sel dari sel korteks (Kramer 2012).

Sifat Kimia dan Fisika Tanah



Gambar 5. Akar antenna yang berukuran besar pada tanaman bogem berukuran besar (A) dan akar antenna yang berukuran kecil pada tanaman bogem berukuran kecil (B)
Figure 5. Large antenna roots in large bogem plants (A) and small antenna root in small bogem plants (B)

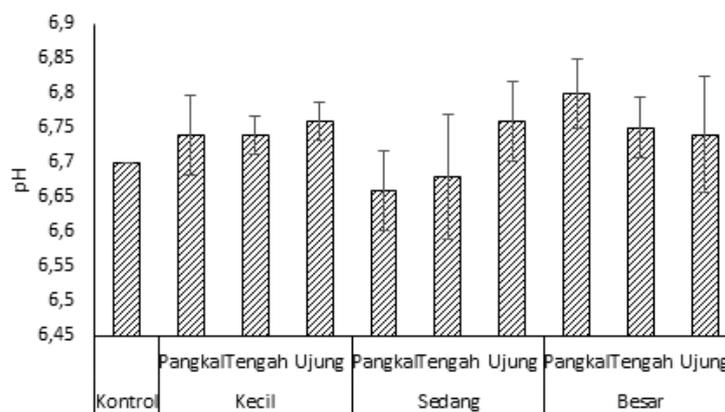
Keasaman (pH) dan Salinitas Tanah

Keasaman dan salinitas tanah merupakan salah satu syarat tumbuh yang penting bagi tanaman karena keasaman dan salinitas tanah akan memengaruhi tingkat penyerapan nutrisi oleh akar tanaman. Hossain dan Nuruddin (2016) mengemukakan mangrove dapat berkembang pada kisaran pH yang sangat luas yaitu antara 2,87–8,22, namun beberapa literatur mengemukakan bahwa nilai pH tanah yang relatif netral lebih sesuai/cocok untuk pertumbuhan jenis-jenis tanaman mangrove (Baderan et al. 2018; Dewiyanti et al. 2021).

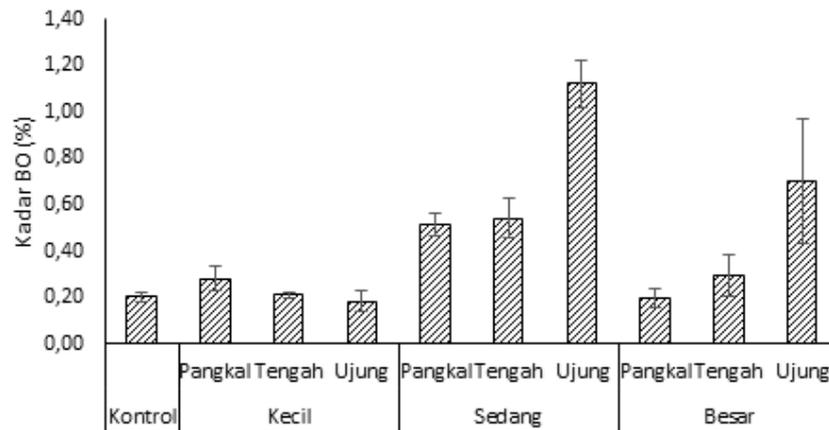
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pH

(H₂O) tanah di daerah perakaran tanaman bogem relatif netral, berkisar antar 6,6 sampai dengan 7 (Gambar 6). Tidak terdapat pola perbedaan pH yang disebabkan oleh pertumbuhan tanaman bogem. Nilai pH yang mendekati netral ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Baderan et al. (2018) dan Dewiyanti et al. (2021).

Hasil pengukuran salinitas tanah menunjukkan bahwa kandungan garam di tanah tidak terdeteksi (berada pada angka nol). Namun demikian, hasil pengukuran salinitas air sungai pada pada plot penelitian saat air laut pasang tertinggi menunjukkan bahwa salinitas air sebesar 20%, sedangkan pada saat



Gambar 6. pH tanah pada daerah perakaran tanaman bogem di Muara Kali Progo di Desa Banaran Kecamatan Galur Kabupaten Kulon Progo berdasarkan ukuran pohon dan posisi pada perakaran
Figure 6. Soil pH in the rhizosphere of Bogem plants in Progo river estuarine, based on plant sizes and position in root systems.



Gambar 7. Kandungan bahan organik (BO) tanah pada daerah perakaran tanaman bogem di Muara Kali Progo di Desa Banaran Kecamatan Galur Kabupaten Kulon Progo berdasarkan ukuran pohon dan posisi pada perakaran
Figure 7. Organic matter content in the rooting zone of bogem plants in Progo river estuarine, based on plant sizes and position in root systems.

surut air di sungai memiliki salinitas 0%. Air laut yang diukur di pantai memiliki salinitas sebesar 45%. Rendahnya salinitas (kadar garam) pada tanah karena garam tercuci pada saat air laut surut dan tergantikan oleh air tawar. Kondisi ini kemungkinan sesuai dengan zona 5 menurut zonasi mangrove di Asia Tenggara yang dikemukakan oleh Giesen et al. (2006). Zona 5 adalah zona *brackish stream mangrove* yang ditemukan pada aliran air payau sampai air mendekati tawar dan biasanya didominasi oleh *Sonneratia* dan *Nypha* (Giesen et al. 2006).

Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah merupakan faktor yang sangat penting terkait dengan kesuburan tanah. Tanah yang subur pada umumnya memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Kandungan bahan organik tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya oleh tekstur tanah dan laju pelonggokan bahan organik tanah (*soil organic matter turnover*) yang salah satunya dipengaruhi oleh perubahan atau tipe penggunaan lahan (Xia et al. 2021).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah pada lahan yang ditanami bogem (pada area perakarannya) pada

umumnya lebih tinggi daripada di tanah tanpa tanaman bogem (kontrol). Tanaman bogem yang masih berukuran kecil belum mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga kandungan bahan organik tanahnya sama dengan kandungan bahan organik tanah pada area tanpa tanaman bogem. Kandungan bahan organik tanah tertinggi tidak terdapat pada tanaman bogem berukuran besar, tetapi pada tanaman bogem berukuran sedang (Gambar 7). Tanaman bogem berukuran sedang ini memiliki kerapatan akar antena tertinggi (Gambar 4B) sehingga diduga peningkatan bahan organik tanah tersebut bukan dihasilkan oleh tanaman bogem tetapi dikarenakan perakaran tanaman bogem yang memerangkap bahan organik tanah yang terbawa oleh air sungai. Kandungan bahan organik pada kelompok tanaman sedang dan besar cenderung meningkat dari jarak pengambilan sampel pada area yang terdekat dengan batang tanaman (pangkal) hingga ke titik yang terjauh dari batang tanaman (ujung).

Penanaman jenis-jenis mangrove, termasuk bogem, mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah karena sistem perakaran mangrove yang istimewa dapat menahan laju (transpor) partikel-partikel tanah yang di dalamnya terkandung bahan organik sehingga partikel tersebut

tersedimentasi di daerah perakaran mangrove (Siregar et al. 2016). Selanjutnya Suryono et al. (2018) mengungkapkan bahwa kandungan bahan organik di hutan mangrove Jembrana, Bali, bervariasi dan dipengaruhi oleh umur dan ukuran pohon mangrove. Kandungan bahan organik akan semakin besar dengan semakin tua dan besarnya diameter pohon mangrove, karena semakin banyak seresah yang dihasilkan dan organ yang luruh (Andrianto et al. 2016). Semakin besar mangrove juga menyebabkan semakin banyak biota air yang hidup pada area tersebut karena lingkungan yang baik sehingga juga menyebabkan sisa-sisa dan kotoran biota air semakin banyak yang menyebabkan peningkatan bahan organik (Sari 2017).

Tekstur Tanah

Tekstur tanah ditentukan oleh proporsi fraksi penyusunnya, yaitu pasir, debu dan lempung. Hasil penentuan tekstur tanah yang diambil dari Muara Kali Progo menunjukkan bahwa seluruh sampel tanah bertekstur pasir (Tabel 2). Fraksi pasir mendominasi seluruh sampel dan bervariasi mulai dari 94,5% sampai 99,2%. Hal tersebut sangat mungkin terjadi mengingat material yang terbawa oleh aliran Kali Progo berasal dari Gunung Merapi yang banyak menghasilkan material vulkanik berupa pasir. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan pernyataan Giesen et

al. (2006), Setyawan (2009), dan Prinasti et al. (2020) yang menyebutkan bahwa *Sonneratia alba* tumbuh dengan baik dan menjadi vegetasi yang dominan pada daerah yang substratnya didominasi oleh pasir (Fagherazzi et al. 2017).

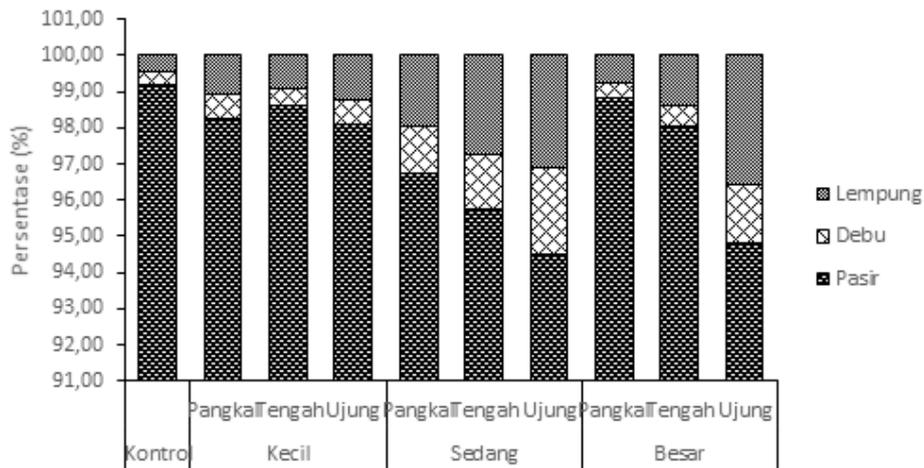
Adanya vegetasi bogem dapat menurunkan proporsi fraksi pasir, yang terjadi karena adanya peningkatan relatif fraksi debu dan lempung (Gambar 8). Hal ini dapat terjadi karena sistem perakaran mangrove dapat memerangkap dan mengakumulasi partikel lempung dan debu di sistem perakarannya. Pada umumnya, bagian sistem perakaran yang di ujung mampu memerangkap debu dan lempung yang lebih besar dibandingkan dengan bagian pangkal sehingga proporsi fraksi pasirnya juga menjadi lebih rendah di bagian ujung.

Gambar 8 juga menunjukkan bahwa pada kelompok tanaman berukuran kecil, penurunan proporsi fraksi pasir tidak terlalu berbeda antara bagian pangkal, tengah dan ujung. Hal tersebut kemungkinan berkaitan dengan belum berkembangnya sistem perakaran bogem sehingga kemampuannya dalam memerangkap lempung dan debu masih kecil. Semakin berkembang sistem perakaran bogem, seperti yang terjadi pada kelompok tanaman bogem berukuran sedang, semakin besar kemampuan memerangkap debu dan lempung sehingga proporsi fraksi pasir dapat menurun dengan

Tabel 2. Penentuan tekstur tanah pada daerah perakaran tanaman bogem di Muara Kali Progo di Desa Banaran Kecamatan Galur Kabupaten Kulon Progo berdasarkan ukuran pohon dan posisi pada perakaran

Table 2. Determination of soil texture in the rizhosphere of bogem plants in Progo river estuarine, based on plant size and position in root systems.

Ukuran pohon	Bagian perakaran	Proporsi (%)			Tekstur
		Pasir	Debu	Lempung	
	Kontrol	99.2	0.4	0.4	Pasir
Kecil	Pangkal	98.3	0.7	1.1	Pasir
	Tengah	98.6	0.5	0.9	Pasir
	Ujung	98.1	0.7	1.2	Pasir
Sedang	Pangkal	96.7	1.3	2.0	Pasir
	Tengah	95.8	1.5	2.8	Pasir
	Ujung	94.5	2.4	3.1	Pasir
Besar	Pangkal	98.8	0.4	0.7	Pasir
	Tengah	98.0	0.5	1.4	Pasir
	Ujung	94.8	1.6	3.6	Pasir



Gambar 8. Proporsi fraksi-fraksi penyusun tanah pada daerah perakaran tanaman bogem di Muara Kali Progo di Desa Banaran Kecamatan Galur Kabupaten Kulon Progo berdasarkan ukuran pohon dan posisi pada perakaran
Figure 8. Proportion of soil constituent fractions in the rhizosphere of bogem plants in Progo river estuarine, based on plant sizes and position in root systems.

tajam. Pada kelompok tanaman bogem berukuran besar, proporsi pasir, debu dan lempung pada bagian ujung relatif sama dengan pada kelompok tanaman berukuran sedang, sedangkan pada bagian pangkal dan tengah, proporsi fraksi lempung dan debunya masih relatif kecil. Endapan lempung dan debu yang kecil di lokasi tersebut kemungkinan karena tanaman bogem berukuran besar pada saat penanaman ditanam di tanah pasiran yang tidak tergenang. Selain itu, akar-akar antenna kelompok tanaman bogem berukuran besar di bagian pangkal tidak rapat sehingga tidak dapat menahan partikel lempung dan debu yang banyak terdapat pada saat terjadi air pasang yang cukup tinggi dan mencapai tempat tumbuh tanaman bogem berukuran besar tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan bogem sebagai vegetasi pionir di Muara Kali Progo dapat memperbaiki sifat fisika tanah, khususnya peningkatan proporsi lempung dan debu, dan kimia tanah yaitu kandungan bahan organik tanah. Adanya perbaikan kondisi tanah ini, walaupun belum memengaruhi kelas tekstur tanahnya, diduga telah menyebabkan keberhasilan pemapanan dan pertumbuhan beberapa tanaman *Rhizophora* yang berada di antara tanaman bogem. Selain itu terdapat derujon (*Acanthus sp*) yang tumbuh secara alami di

tapak di antara tanaman bogem. Pentingnya pertumbuhan pionir bagi perkembangan ekosistem juga disampaikan oleh Mensah (2015) yang menyatakan bahwa revegetasi dengan jenis legum pionir telah menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih baik, meningkatkan kesuburan tanah, menurunkan tingkat keracunan tanah sehingga memungkinkan bagi pertumbuhan jenis tumbuhan lain.

Hal senada juga dikemukakan oleh Krishnan et al. (2014). *Sonneratia* memiliki berbagai fungsi di ekosistem, di antaranya berperan untuk menstabilkan lahan pantai dan bantaran sungai. Akar *Sonneratia* menjaga agar lumpur dan pasir tidak tercuci oleh ombak laut dan banjir sehingga secara perlahan tanah akan terbentuk. Setelah lumpur terakumulasi dan tanah berkembang, jenis mangrove lain dapat tumbuh di lahan tersebut (Krishnan et al. 2014).

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Pertumbuhan tanaman bogem dapat menyebabkan perubahan sifat fisika tanah khususnya peningkatan proporsi fraksi lempung dan debu

walaupun belum memengaruhi kelas tekstur tanahnya. Pada umumnya semakin besar tanaman bogem semakin besar proporsi lempung dan debunya. Pada tanaman yang sama, peningkatan proporsi lempung dan debu terbesar terjadi pada sistem perakaran di bagian ujung. Pertumbuhan tanaman bogem juga dapat menyebabkan perubahan sifat kimia tanah khususnya peningkatan kandungan bahan organik tanah tetapi tidak memengaruhi pH dan salinitas tanah.

Saran

Pertumbuhan tanaman bogem dapat menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia tanah sehingga dapat memperbaiki kondisi tanah untuk mendukung pertumbuhan jenis vegetasi mangrove yang lain. Oleh karena itu disarankan, penanaman mangrove di Muara Sungai Progo sebaiknya dilakukan dengan penanaman bogem sebagai vegetasi pionir pembenah tanah. Perlu dilakukan penelitian lanjutan secara periodik sehingga perkembangan substrat mangrove dapat diketahui.

Daftar Pustaka

- Andrianto F, Bintoro A, Yuwono SB. 2015. Produksi dan laju dekomposisi serasah mangrove (*Rhizophora* sp.) di desa durian dan desa batu menyan kecamatan padang cermin kabupaten pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari* 3(1):9-20.
- Anonim. 2009. Spesies Mangrove. <http://indonesia.wetlands.org/Infolahanbasah/SpesiesMangrove/tabid/2835/language/id-ID/Default.aspx>. Diakses April 2014.
- Aunurohim, Sujatmiko BK, Ikrom AB, Kuswytasari ND, Shovitri M, Zulaika E, Alami NH, Saputro TB, Muslihatin W, Ermavitalini D, Ersan T. 2015. Benthic Macrofauna in Mangrove Zonation at Poteran Island, Madura, Indonesia. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 5(5):90-95.
- Baderan DWK, Utina R, Lapolo N. 2018. Vegetation structure, species diversity, and mangrove zonation patterns in the Tanjung Panjang Nature Reserve Area, Gorontalo, Indonesia. *International Journal of Applied Biology* 2(2):1-12.
- Budiadi, Nurjanto HH, Hardiwinoto S. 2016. Pengembangan model rehabilitasi mangrove khas muara kali Progo menuju perbaikan kualitas lingkungan, penurunan resiko bencana, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Laporan akhir kegiatan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.
- Chen F, Yang Y, Mi J, Liu R, Hou H, Zhang S. 2019. Effects of vegetation pattern and spontaneous succession on remediation of potential toxic metal-polluted soil in mine dumps. *Sustainability* 11, 397; doi:10.3390/su11020397.
- Dewiyanti I, Darmawi D, Muchlisin ZA, Helmi TZ, Imelda I, Devira CN. 2021. Physical and chemical characteristics of soil in mangrove ecosystem based on differences habitat in Banda Aceh and Aceh Besar. In the Proceeding of International and National Symposium on Aquatic Environment and Fisheries. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 674 (2021) 012092. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/674/1/012092. pp1-7.
- Fagherazzi S, Bryan KR, Nardin W. 2017. Buried alive or washed away: The challenging life of mangroves in the Mekong Delta. *Oceanography* 30(3): 48-59, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.313-1126>
- Giesen W, Wulffraat S, Zierendan M, Scholten L. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. Dharmasarn Co., Ltd.
- Halidah, Kama H. 2013. Penyebaran alami *Avicenia marina* (Forsk) Vierh dan *Sonneratia alba* Smith pada substrat pasir. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* 1(1):51-58.
- Hossain MD, Nuruddin AA. 2016. Soil and Mangrove: A Review. *Journal of Environmental Science and Technology* 9(2):198-207.
- Jalil AR, Malik A, Nurdin N, Saru A, Yunus I. 2020. Assessment of Seawater Level, Inundation Duration and Substrate Elevation for Mangrove Rehabilitation Program in The Spermonde Archipelago South Sulawesi Indonesia. *International Journal of Conservation Science* 11(4):1115-1126.
- Kathiresan K, Salmo III SG, Fernando ES, Peras JR, Sukardjo S, Miyagi T, Ellison J, Koedam NE, Wang Y, Primavera J, Jin EO, Wan HY, Ngoc NV. 2010. *Sonneratia alba*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010:e.T1778804A7611432. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS>. Diakses February 2017.
- Kramer PJ, Kozlowski TT. 1979. *Physiology of Woody plants*. Academic Press. New York. 826 p.
- Krishnan JU, Devi SS, Jithine JR, Ajesh G, Lekshmi NR. 2014. Status of *Sonneratia alba* (Mangrove apple) from the Ashtamudi Lake, Kerala India. *Journal of Aquatic Biology and Fisheries* 2:237-240.
- Kunze GW, Dixon JB. 1986. Pretreatment for Mineralogical Analysis dalam A. Klute (ed.). *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Wisconsin, USA. Hlmn: 91-100.
- Lestyningrum RA, Mahmudi M, Harahab N. 2017. The Biodiversity of Mangrove in Ngantep Coastal, Malang District. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 8(1):13-18.
- Marisa H, Sarno. 2015. Three Species Zonation of *Sonneratia* Based on Salinity in River Calik, South Sumatera. *International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES-2015)* Jan. 1-2, 2015 Kuala Lumpur (Malaysia).
- Mensah AK. 2015. Role of revegetation in restoring fertility of degraded mined soils in Ghana: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 7(2): 57-80.
- Mitter CS. 2015. Investigation of Bioactive Principles from

- Leaf Extracts of *Sonneratia alba*. AIJCSR: 75–81.
- Morada NJ, Metillo EB, Uydan MM, Oclarit JM. 2011. Anti-diabetic Polysaccharide from Mangrove Plant, *Sonneratia alba* Sm. International Conference on Asia Agriculture and Animal. IPCBEE vol. 13 IACSIT Press, Singapore. pp:197–200.
- Mughofara A, Masykuri M, Setyono P. 2018. Zonasi dan komposisi vegetasi hutan mangrove Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 8(1): 77–85 doi: 10.29244/jpsl.8.1.77-85 77.
- Muhando CA. 2011. Biophysical Features in the Northern Tanga Marine Reserves, Tanzania. Marine Parks and Reserves Unit, Dares Salaam, Tanzania. vi + 38pp.
- Nurjanto HH, Supriyo H, Widyastuti SM, Kabirun S, Johan E, Matsue N. 2016. Smectite under heavy clay soils development at FRE Wanagama Forest area. Malaysian Journal of Soil Science 20: 1-18.
- Prinasti NKD, Dharma IGBS, Suteja Y. 2020. Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. Journal of Marine and Aquatic Sciences 6(1): 90–99. doi: <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i01.p11>
- Ragasa CY, Ebajo Jr VD, De Los Reyes MM, Mandia EH, Brkljača R, Urban S. 2015. Triterpenes and Sterols from *Sonneratia alba*. International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research 6(6):256–261.
- Sari W. 2017. Dekomposisi serasah daun *Rhizophora mucronata* pada berbagai tingkat salinitas di kawasan hutan mangrove Desa Bagan Percut Kecamatan Percut Sei Tuan. Skripsi Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara.
- Saru A, Idrus R, Ilham M. 2019. The mangrove ecosystem potential for educational tour development around pond education of Hasanuddin University (UNHAS) in Mallusetasi District, Barru Regency. Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE 5(2):70–76.
- Setyawan AD. 2009. Diversity of *Sonneratia alba* in coastal area of Central Jawa based on isozymic patterns of esterase and peroxidase. Nusantara Bioscience 1(2):92–103.
- Siregar RH, Yunasfi, Muhtadi A. 2016. Hubungan kerapatan mangrove terhadap laju sedimen transpor di wilayah pesisir Desa Pulau Sembilan Kabupaten Langkat Sumatera Utara. Jurnal Aquacoastmarine 4(4):1–10.
- Suryono, Soenardjo N, Wibowo E, Ario R, Rozy EF. 2018. Estimasi kandungan biomassa dan karbon di hutan mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. Buletin Oseanografi Marina 7(1):1–8.
- Tatongjai S, Kraichak E, Kermanee P. 2021. Comparative anatomy and salt management of *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. (Lythraceae) grown in saltwater and freshwater. Peer J. 9:e10962 <http://doi.org/10.7717/peerj.10962>.
- Winarti, Rahardja BS, Sudarno. 2019. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mangrove *Sonneratia caseolaris* Berdasarkan Tingkat Kematangan Daun. Journal of Marine and Coastal Science 8(3):130–138.
- Xia S, Song Z, Wang Y, Wang W, Fu X, Singh BP, Kuzyakov Y, Wang H. 2021. Soil organic matter turnover depending on land use change: coupling C/N ratios, $\delta^{13}\text{C}$, and lignin biomarkers. Land Degradation and Development 32(4):1591–1605.