

MONITORING SEBARAN VEGETASI MANGROVE YANG DIREHABILITASI DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE WONOREJO SURABAYA

MONITORING THE DISTRIBUTION OF MANGROVE VEGETATION THAT REHABILITATED IN MANGROVE ECOTOURISM OF WONOREJO SURABAYA

Nirmalasari Idha Wijaya* dan Muhammad Huda

Jurusan Oseanografi, Universitas Hang Tuah, Surabaya

*E-mail: nirmalasari@hangtuah.ac.id

ABSTRACT

*The coastal area of Wonorejo is the mangrove area rehabilitated to become an ecotourism area. The research aims to analyze the patterns of formation of mangrove vegetation zoning that have been rehabilitated. The observation locations are at 3 stations, i.e. station 1 is located at the upper limit of supratidal zone, station 2 is in the middle of intertidal zone, and station 3 is in the subtidal zone. The structure of the mangrove vegetation were analyzed based on the species density (K), dominance (D), and important value index (IVI); while the distribution of mangrove vegetation based on environmental characteristics was analyzed using Principal Component Analysis (PCA). The results showed that the dominant species at Station 1 was *Nypa fruticans* (84.2%), whereas in Station 2 the dominant species was *Excoecaria agallocha* (40.9%), and at Station 3 was *Avicennia alba* (83.4%) The level of damage to mangrove vegetation in Wonorejo is categorized as medium, with tree densities between ≥ 1000 - < 1500 per hectare. Diversity index at all stations is also relatively low because it is worth less than 1.5. This ecosystem begins to show the existence of an ecosystem succession, as evidenced by the start of other species of mangroves that are not planted intentionally. The results of PCA analysis showed a positive correlation between the parameters of vegetation types with high tide baths, salinity, and pH, which contributed to forming a positive F2 axis. This means that the three parameters are the main factors that determine whether the ecosystem is suitable for the growth of certain species of mangroves.*

Keywords: mangrove, distribution, rehabilitated, dominance, Wonorejo

ABSTRAK

Kawasan pesisir Wonorejo merupakan kawasan mangrove yang direhabilitasi menjadi kawasan ekowisata. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pola pembentukan zonasi vegetasi pada ekosistem mangrove yang telah direhabilitasi. Lokasi pengamatan berada pada 3 stasiun, yaitu Stasiun 1 terletak pada batas atas zona supratidal, Stasiun 2 di pertengahan zona intertidal, dan Stasiun 3 pada zona subtidal. Struktur vegetasi mangrove dianalisis berdasarkan Kerapatan Jenis (K), Dominansi (D), dan Indeks Nilai Penting (INP); sedangkan sebaran vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik lingkungan dianalisis dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*, PCA). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis yang dominan pada Stasiun 1 adalah *Nypa fruticans* (84,2%), sedangkan pada Stasiun 2 jenis yang dominan adalah *Excoecaria agallocha* (40,9%), dan di Stasiun 3 adalah *Avicennia alba* (83,4%). Tingkat kerusakan vegetasi mangrove di Wonorejo dikategorikan sedang, dengan kerapatan pohon antara ≥ 1000 – < 1500 per hektar. Indeks keanekaragaman pada semua stasiun juga tergolong rendah karena bernilai kurang dari 1,5. Ekosistem ini mulai menunjukkan adanya suksesi ekosistem, terbukti dengan mulai adanya jenis-jenis mangrove lain yang tidak ditanam dengan sengaja. Hasil analisis PCA menunjukkan adanya korelasi positif antara parameter jenis vegetasi dengan tinggi rendaman pasut, salinitas, dan pH, yang berkontribusi membentuk sumbu F2 positif. Artinya ketiga parameter tersebut merupakan faktor utama yang menentukan apakah ekosistem tersebut sesuai untuk pertumbuhan jenis mangrove tertentu.

Kata kunci: mangrove, sebaran, rehabilitasi, dominansi, Wonorejo

I. PENDAHULUAN

Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut Kota Surabaya merupakan salah satu kawasan mangrove yang mengalami degradasi penurunan luasan akibat dari erosi, sedimentasi dan konversi lahan atau pembukaan lahan untuk pemukiman atau tambak. Menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007, ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 hektar. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya sekitar 440,13 ha (Wijaya *et al.*, 2017).

Mangrove Wonorejo mulai direhabilitasi sejak tahun 2009, dan selanjutnya dijadikan sebagai kawasan ekowisata dan dibangun fasilitas *Mangrove Information Centre* (MIC). Sejak direhabilitasi tahun 2009, hingga saat ini mangrove Wonorejo telah mengalami perubahan pada pola zonasi ekosistemnya. Perubahan tersebut antara lain pada pembentukan zonasi vegetasinya. Perubahan struktur vegetasi juga menyebabkan perubahan dari jenis vegetasi tumbuhan yang menyusun komunitas mangrove.

Hutan mangrove alami membentuk zonasi tertentu. Jenis mangrove yang berbeda berdasarkan zonasi disebabkan sifat fisiologis mangrove yang berbeda untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Keanekaragaman mangrove bukan hanya karena kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya tetapi tidak terlepas adanya campur tangan manusia untuk menjaganya (Nybakken, 1992). Bunt and Williams (1981) menyatakan bahwa hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau juga gambut), keterbukaan (terhadap hempasan gelombang), salinitas serta pangaruh pasang surut. Pasang surut dan arus yang membawa material sedimen dan substrat yang terjadi secara priodik menyebabkan

perbedaan dalam pembentukan zonasi mangrove.

Pemahaman yang tepat dalam pembentukan zonasi ekosistem mangrove yang direhabilitasi, akan mendukung pemilihan jenis vegetasi yang tepat pula untuk ditanam, sehingga upaya rehabilitasi mangrove akan lebih efektif karena tanaman mampu hidup dengan baik pada lingkungan yang sesuai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pembentukan zonasi vegetasi pada ekosistem mangrove yang telah direhabilitasi.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

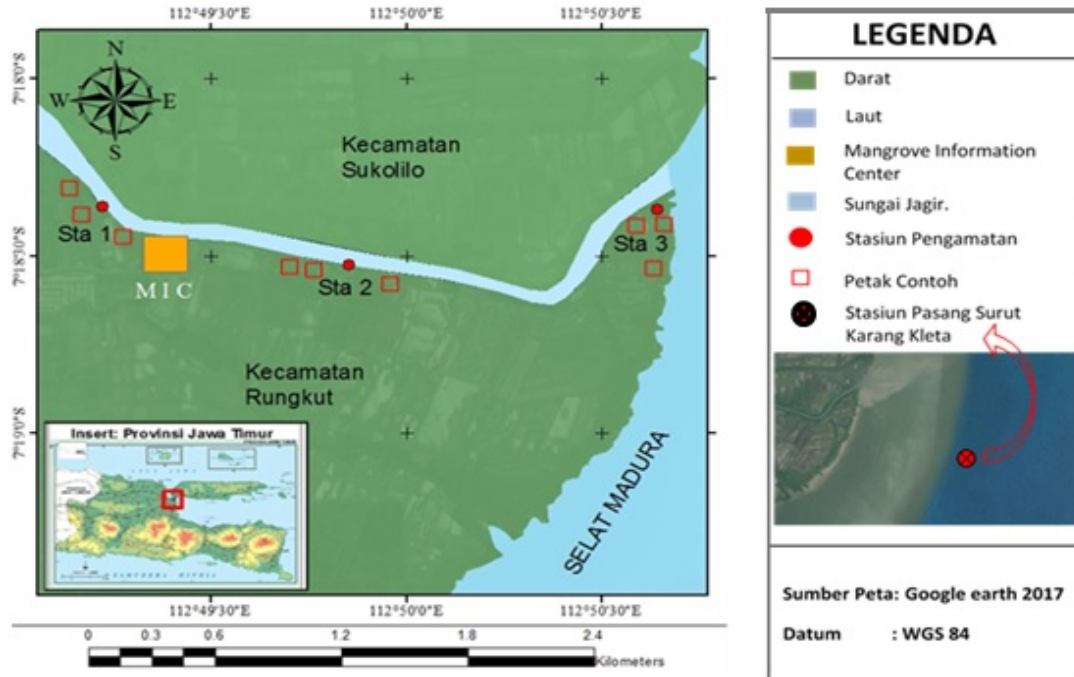
Lokasi penelitian berada di kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya. Lokasi pengamatan diletakkan pada 3 stasiun dengan 3 transek di Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya (Gambar 1). Stasiun penelitian ditentukan di lokasi secara konseptual berdasarkan keterwakilan lokasi penelitian. Stasiun 1 : Zona belakang ekosistem mangrove (supratidal); Stasiun 2 : Zona tengah ekosistem mangrove (intertidal); dan Stasiun 3 : Zona depan ekosistem mangrove (subtidal).

2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif, yang dilakukan dengan cara survei/observasi.

2.2.1. Pengambilan Data Vegetasi Mangrove

Pengamatan vegetasi mangrove menggunakan teknik *line transect* yaitu teknik pengukuran dan pengamatan yang dilakukan pada sepanjang jalur yang dibuat dengan diberi jarak antar petak ukur. Keadaan vegetasi ekosistem mangrove dilihat dari Kerapatan Jenis (K), Frekuensi (Fi), Dominansi (Di), Indeks nilai penting (INP), dan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H').



Gambar 1. Peta lokasi dan stasiun penelitian.

2.2.2. Pengambilan Data Parameter Lingkungan

Pengamatan parameter lingkungan dilakukan untuk mengetahui parameter lingkungan yang mempengaruhi perairan di daerah hutan mangrove untuk mendukung data vegetasi mangrove. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan untuk metode pengukuran *insitu*.

Parameter lingkungan yang diukur adalah fraksi substrat, ketinggian pasang surut, lama perendaman pasang surut, suhu, salinitas, dan derajat keasaman. Data ini secara umum menggambarkan kondisi hidro oseanografi yang mempengaruhi kehidupan di hutan mangrove Wonorejo Surabaya.

2.2.2.1. Sedimen atau Substrat

Pengukuran butiran sedimen dilakukan untuk melihat sebaran ukuran diameter butiran sedimen berdasarkan tiga fraksi yaitu pasir (sand), lanau (silt) dan lempung (clay) (Xue *et al.*, 2009).

2.2.2.2. Tinggi Pasang Surut Air Laut dan Lama Penggenangan Air Laut

Pengambilan data pasang surut dilakukan di 3 (tiga) stasiun yang telah ditentu-

kan. Pengambilan data pasang surut ini meliputi lama rendaman air laut terhadap tumbuhan mangrove dan tinggi rendaman air laut terhadap tumbuhan mangrove pada saat pasang ataupun surut yang diukur dengan meletakkan papan atau rambu ukur di sekitar tumbuhan mangrove. Data tinggi penggenangan diperoleh dari jarak antara dasar mangrove dengan permukaan air laut. Lama waktu penggenangan didapat dengan cara menghitung waktu yang ditempuh dari air tertinggi pada saat pasang sampai dengan surut. Tinggi penggenangan dan lama penggenangan merupakan karakter lingkungan yang mempengaruhi jenis vegetasi yang tumbuh pada ekosistem mangrove.

2.3. Analisis Data

Sebaran karakteristik fisika kimiawi lingkungan pada tiap stasiun dianalisis dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*, PCA) yang diolah dengan bantuan program *Xlstat*. Parameter yang dimasukkan ke dalam analisis adalah parameter fisika kimiawi (sebagai variabel kuantitatif) dan stasiun penelitian (sebagai variabel kualitatif) (Bengen, 2000).

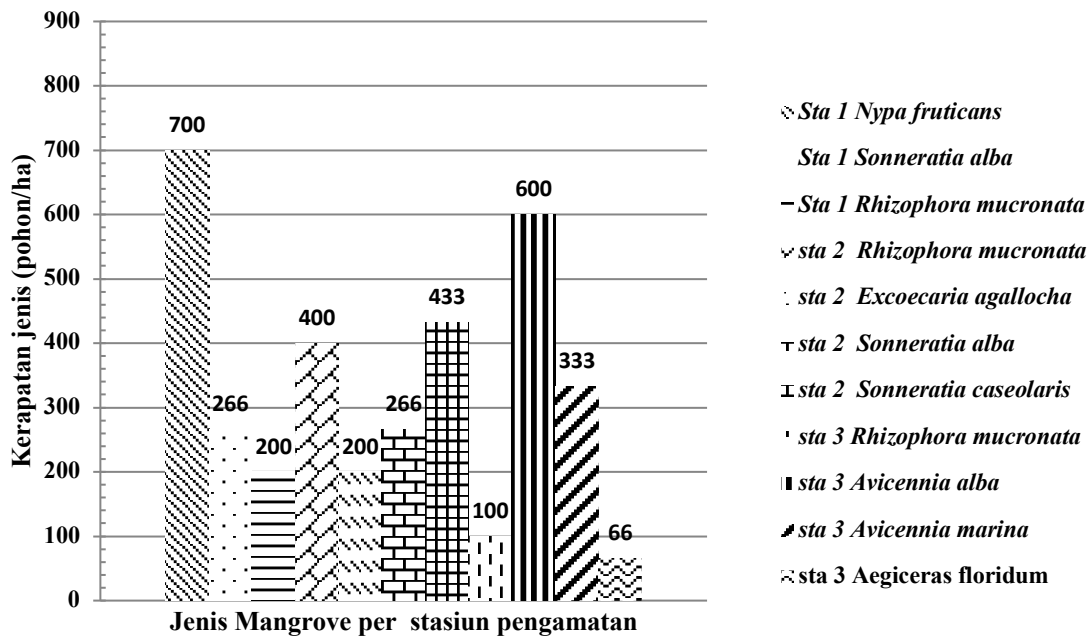
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kerapatan Jenis Vegetasi Mangrove Wonorejo

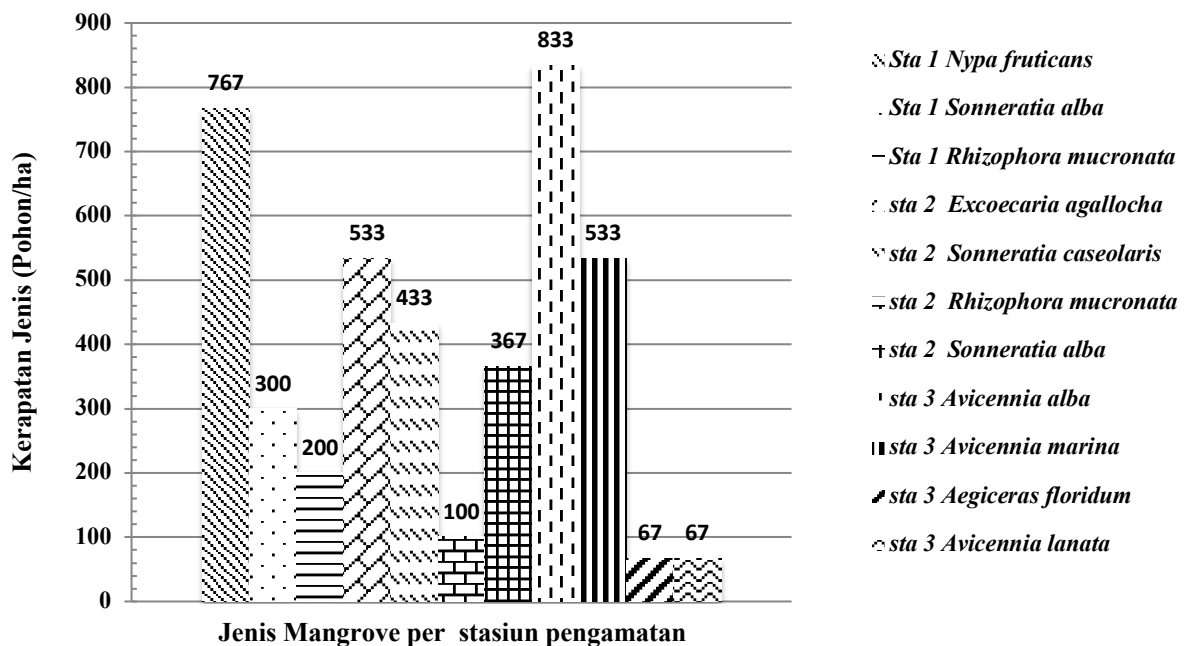
Vegetasi mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian teridentifikasi sebanyak 9 spesies yang termasuk ke dalam 6 famili.

Nilai kerapatan jenis tingkat pohon disajikan pada Gambar 2.

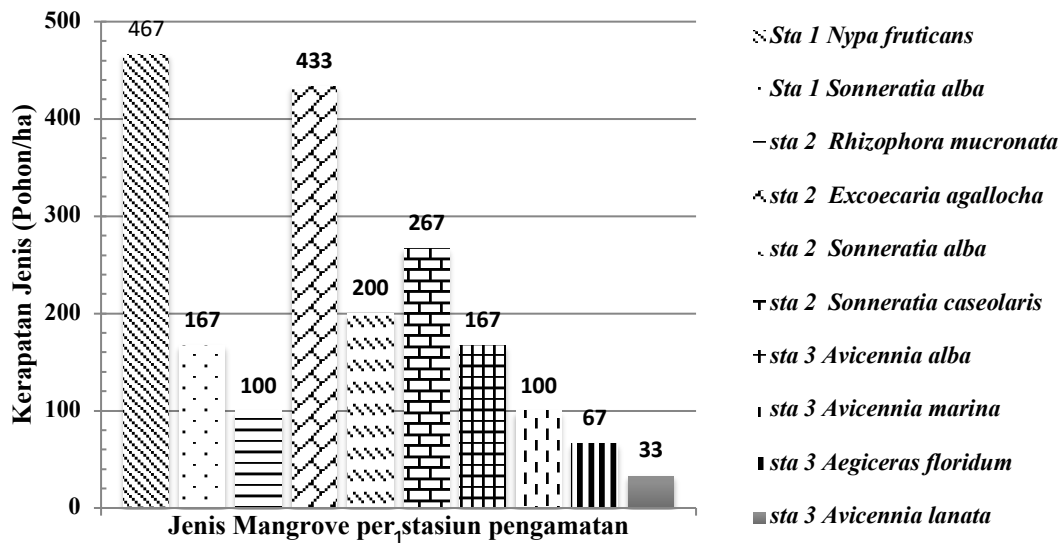
Nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat pancang disajikan pada Gambar 3 dan nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat semai disajikan pada Gambar 4.



Gambar 2. Kerapatan jenis mangrove pada tingkat pohon di lokasi penelitian.



Gambar 3. Kerapatan jenis mangrove pada tingkat pancang di lokasi penelitian.



Gambar 4. Kerapatan jenis mangrove pada tingkat semai di lokasi penelitian.

Bila dibandingkan antar ketiga ukuran vegetasi mangrove, yaitu pohon, pancang dan semai, tampak bahwa baik pada stasiun 1, stasiun 2, maupun stasiun 3, ketiga ukuran vegetasi tersebut ditemukan relatif merata. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove Wonorejo mempunyai struktur pertumbuhan vegetasi yang lengkap pada tingkat semai, pancang, dan pohon, sehingga proses regenerasi dapat berlangsung dan akan terwujud kelestarian apabila tingkat ancaman/gangguan kerusakan terhadap ekosistem tersebut rendah.

Kerapatan jenis mangrove pada tingkat semai di stasiun 3 rata-rata lebih rendah (83,28 semai/ha) dibandingkan pada stasiun 1 (316,66 semai/ha) dan stasiun 2 (249,97 semai/ha). Rendahnya tingkat semai di stasiun 1 terjadi karena pada lantai mangrove di stasiun 1 penuh dengan sampah plastik yang berasal dari sampah buangan warga yang terjebak dalam hutan mangrove.

Mangrove di Wonorejo merupakan mangrove hasil rehabilitasi, yang mulai ditanam oleh masyarakat sejak tahun 2009. Namun demikian, mangrove yang tumbuh di kawasan tersebut tidak hanya jenis yang pernah ditanam saja, melainkan jenis lainnya juga ikut tumbuh. Bahkan pengamatan di stasiun 2 menemukan bahwa jenis

Excoecaria agallocha merupakan jenis yang dominan, padahal jenis yang sengaja ditanam adalah *Rhizophora mucronata*. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di stasiun 2 lebih cocok bagi pertumbuhan jenis mangrove *Excoecaria agallocha* dibanding jenis yang lain.

3.2. Dominansi Vegetasi Mangrove

Hasil pengolahan menunjukkan dominansi vegetasi mangrove pada setiap stasiun berbeda-beda. Pada Stasiun 1, jenis yang dominan adalah *Nypa fruticans* (84,2%), sedangkan pada stasiun 2 jenis yang dominan adalah *Excoecaria agallocha* (40,9%), dan di stasiun 3 jenis yang dominan adalah *Avicennia alba* (83,4%).

3.3. Indeks Nilai Penting (INP) Vegetasi Mangrove

Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi vegetasi mangrove pada stasiun 1 yang didominasi oleh jenis *Nypa fruticans* sebesar 182% untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang 197,4%. Pada Stasiun 2, INP tertinggi dijumpai pada jenis *Excoecaria agallocha* sebesar 106,7% untuk tingkat pohon dan 94,1% untuk tingkat pancang. Kemudian pada stasiun 3, jenis *Avicennia alba* memiliki INP tertinggi sebesar 181,79%

untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang sebesar 133%. Nilai indeks keanekaragaman dan penutupan basal area untuk vegetasi yang berukuran pohon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks keanekaragaman mangrove di lokasi penelitian.

Parameter	Sta 1	Sta 2	Sta 3
Kerapatan (pohon/ha)	1267	1433	1500
Indeks Keanekaragaman (H)	0,40	0,55	0,42

Sumber: Diolah dari Data Primer, 2017.

Mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, tingkat kerusakan vegetasi mangrove di kawasan Wonorejo termasuk dalam kondisi sedang, dengan kerapatan pohon antara $\geq 1000 - < 1500$ per hektar.

Indeks keanekaragaman pada semua stasiun juga tergolong rendah karena bernilai kurang dari 1,5. Hal ini terjadi karena

ekosistem mangrove Wonorejo merupakan ekosistem yang baru terbentuk setelah dilakukan penanaman kembali pada tahun 2009. Namun ekosistem ini mulai menunjukkan adanya suksesi ekosistem, terbukti dengan mulai adanya jenis-jenis mangrove lain yang tidak ditanam dengan sengaja, dan adanya semai yang cukup banyak.

3.4. Karakteristik Lingkungan Perairan

Hasil dari analisis data parameter fisika kimiawi perairan telah disajikan pada Tabel 2.

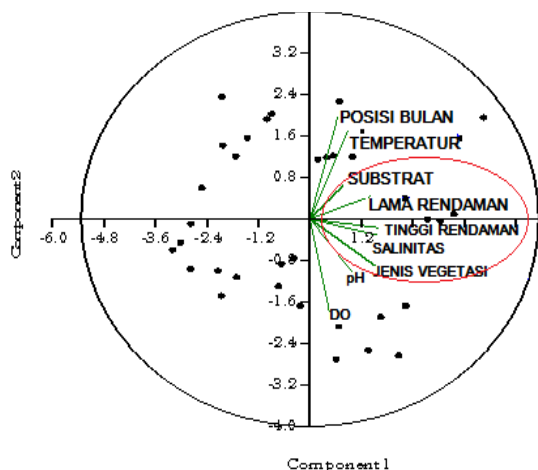
Pasang surut di lokasi penelitian memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda, dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda. Namun pada periode tertentu juga terjadi satu kali pasang dan satu kali air surut, dengan nilai *formzahl* sebesar 0,65, dimana nilai tersebut berada diantara 0,25 dan 1,5. Jenis sedimen di ekosistem mangrove Wonorejo didominasi oleh lempung lanauan tetapi pada plot 2 stasiun 3 ditemukan sedimen pasir lanauan.

Tabel 2. Rerata hasil pengukuran parameter fisika kimiawi perairan di lokasi penelitian.

Parameter	Kondisi Pasut	Perbani			Purnama		
		Sta. I	Sta. II	Sta. II	Sta. I	Sta. II	Sta. I
Temperatur (°C)	Pasang	28,1	28,4	28,2	28,7	23,9	28,8
	Surut	29,3	28,8	29,3	29,5	30,1	30,0
pH	Pasang	7,5	7,5	7,7	7,5	7,6	7,7
	Surut	7,4	7,5	7,5	7,3	7,4	7,5
Oksigen Terlarut (DO)	Pasang	8,1	8,2	8,4	8,0	8,0	8,1
	Surut	7,8	7,9	8,1	7,6	7,6	7,8
Salinitas	Pasang	0,0	0,0	10,7	0,0	4,5	22,4
	Surut	4,3	9,6	22,1	7,5	11,0	25,5
Jenis Substrat		Lempung lanauan	Lempung lanauan	Lempung lanauan	Lempung lanauan	Lempung lanauan	Lempung lanauan
Lama Rendaman (jam)		17,2	17,7	19,3	16,8	18,3	19,7
Tinggi Rendaman (cm)		63,5	81,2	96,5	121,0	130,8	152,3

Sumber : Pengolahan Data Primer.

Parameter yang berkontribusi pada sumbu utama F1 adalah substrat, lama perendaman pasut, temperatur, dan posisi bulan (purnama atau perbani). Parameter yang berkontribusi pada sumbu utama F2 adalah DO, tinggi rendaman pasut, salinitas, pH, dan sebaran jenis vegetasi (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil PCA antara parameter fisika kimiawi lingkungan dengan sebaran jenis vegetasi mangrove pada sumbu F1 dan F2.

Diagram lingkaran korelasi perpotongan sumbu F1 dan F2 untuk data pengamatan bulan April (kondisi musim kemarau) memperlihatkan adanya korelasi positif antara parameter jenis vegetasi dengan tinggi rendaman pasut, salinitas, dan pH, yang berkontribusi membentuk sumbu F2 positif. Pada sumbu yang lain, parameter substrat dan lama rendaman pasut membentuk sumbu F1 positif.

Sebaran jenis vegetasi mangrove banyak dipengaruhi oleh kondisi lama rendaman pasut, dan salinitas, serta pH perairan. Artinya ketiga parameter tersebut merupakan faktor utama yang menentukan apakah ekosistem tersebut sesuai untuk pertumbuhan jenis mangrove tertentu. Mughofar (2018) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa faktor lingkungan yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mangrove adalah salinitas (6 ppt) pada zonasi II dan zonasi I. Ekosistem mangrove

dibangun selama rentang waktu yang panjang melalui proses umpan balik termasuk aktivitas biotik, evolusi bentuk tanah, dan aliran air (Boto and Bunt, 1981; Mazda *et al.*, 2005).

Parameter salinitas dan lama rendaman berada dekat dan mengelompok dengan jenis vegetasi. Hal ini sesuai dengan matrik korelasi (*Pearson*) dimana vegetasi mangrove dengan parameter salinitas memiliki koefisien korelasi 0,896 (korelasi sangat kuat), sedangkan vegetasi mangrove dengan parameter substrat memiliki koefisien korelasi 0,297 (korelasi sangat lemah). Strauch *et al.* (2012) menyimpulkan bahwa kondisi tanah dan genangan pasut mempengaruhi distribusi jenis mangrove di Kepulauan Karibia.

Hasil pengukuran parameter lingkungan pada stasiun 1 dan stasiun 2 memiliki kondisi substrat dan lama rendaman pasut yang relatif sama. Demikian juga kondisi salinitas relatif rendah dan rendaman pasut hanya berkisar 16-19 jam per hari, hampir sama pada kedua stasiun tersebut. Dengan karakteristik seperti itu, jenis vegetasi mangrove yang ditemukan di kedua stasiun ini juga hampir sama, yaitu jenis *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia caseolaris*. Namun jenis yang dominan di stasiun 1 adalah *N. fruticans*, berbeda dengan jenis dominan di stasiun 2, yaitu *Excocaria agallocha*. Keberadaan kedua jenis vegetasi ini lebih dipengaruhi oleh tingginya rendaman dibandingkan oleh parameter lingkungan yang lain.

Stasiun 3 memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda dibanding kedua stasiun lainnya. Stasiun ini dicirikan oleh salinitas yang lebih tinggi dan lama perendaman serta perendaman pasut yang lebih tinggi. Famili Avicenniaceae merupakan jenis yang dominan di stasiun ini, sedangkan jenis yang lain tidak ditemukan. *Avicennia alba* yang dominan di stasiun 3, merupakan jenis yang memiliki kemampuan toleransi terhadap kisaran salinitas yang luas dibandingkan dengan jenis lainnya; sedang-

kan *A. marina* mampu tumbuh dengan baik pada salinitas yang mendekati tawar sampai dengan 10 ‰ (MacNae, 1968).

3.5. Zonasi Mangrove

Pada umumnya mangrove di ekosistem mangrove Wonorejo, dapat dibagi menjadi 3 zona. Hal ini dilihat dari tingkat dominansi jenis mangrove pada masing-masing stasiun yang ada. Adapun zona yang terbentuk adalah zona *Avicennia*, dimana pada lokasi penelitian zona ini letaknya berbatasan langsung dengan laut yang didominasi oleh jenis *Avicennia alba*. Zona *Sonneratia*, pada lokasi penelitian zona ini berbatasan dengan zona *Avicennia* dan berasosiasi dengan *Rhizophora* dan *Euphorbiaceae*. Zona *Nypa*, didominasi oleh jenis *Nypa fruticans*. Zona ini berada pada bagian belakang zona *Sonneratia* dan berasosiasi dengan jenis *Rhizophora*, dengan jumlah yang sedikit dibandingkan dengan jenis *Nypa*.

IV. KESIMPULAN

Jenis mangrove yang dominan pada stasiun 1 adalah *Nypa fruticans* (84,2%), sedangkan pada stasiun 2 jenis yang dominan adalah *Excoecaria agallocha* (40,9%), dan di stasiun 3 adalah *Avicennia alba* (83,4%). Tingkat kerusakan vegetasi mangrove di Wonorejo termasuk ke dalam kategori sedang, dengan kerapatan pohon antara ≥ 1000 - <1500 per hektar. Indeks keanekaragaman pada semua stasiun juga tergolong rendah karena bernilai kurang dari 1,5. Namun ekosistem ini mulai menunjukkan adanya suksesi ekosistem, terbukti dengan mulai adanya jenis-jenis mangrove lain yang tidak ditanam dengan sengaja. Hasil analisis PCA menunjukkan adanya korelasi antara sebaran jenis mangrove dengan parameter salinitas dan tinggi perendaman pasut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Ristek dan Dikti untuk

pendanaan pada penelitian ini melalui hibah Penelitian Terapan Unggulan Penguruan Tinggi tahun 2017 di Universitas Hang Tuah Surabaya dengan nomor kontrak ex.B/13/UHT.C7/V/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D.G. 2000. Sinopsis teknik Pengambilan contoh dan analisis data fisika sumberdaya pesisir. IPB Pr. Bogor. 72 hlm.
- Boto, K.G. and J.S. Bunt. 1981. Tidal export of particulate organic matter from a northern Australian mangrove system. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 13:247–255. <http://epubs.aims.gov.au/11068/1803>.
- Bunt, J.S. and W.T. Williams. 1981. Vegetational relationships in the mangroves of tropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 4:349-359. <http://epubs.aims.gov.au/11068/1749>.
- MacNae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swampsand forests in the indo-west-pacific region. *Adv. mar. Biol.*, 6: 73-270. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60438-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60438-1).
- Mazda, Y., D. Kobashi, and S. Okada. 2005. Tidal-scale hydrodynamics within mangrove swamps. *J. Wetlands Ecology and Management*, 13:647–65 <https://doi.org/10.1007/s11273-005-0613-4>.
- Mughofar, A., M. Masykuri, P. Setyono. 2018. Zonasi dan komposisi vegetasi hutan mangrove Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *J. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1):77-85. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.8.1.77-85>.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi laut: suatu pendekatan ekologis. PT Gramedia. Jakarta. 325 hlm.

- Paputungan, M.S., A.F. Koropitan, T. Partono, dan A.A. Lubis. 2017. Profil akumulasi sedimen di area restorasi mangrove, Teluk Lembar Pulau Lombok. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1):301-313. <https://doi.org/10.28930/jitkt.v9i1.17943>.
- Setyawan, A.D. dan K. Winarno. 2006. pemanfaatan langsung ekosistem mangrove di jawa tengah dan penggunaan lahan di sekitarnya; kerusakan dan upaya restorasinya. *J. Biodiversitas*, 7:282-291. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d070318>.
- Strauch, A.M., S. Cohen, G.S. Ellmore. 2012. environmental influences on the distribution of mangroves on Bahamas Island. *J. Wetlands of Ecology*, 6:16-24. <https://doi.org/10.3126/jowe.v6i0.6081>.
- Sugiyanto. 2004. Analisis statistika sosial. Bayumedia. Malang. 227 hlm.
- Wijaya, N.I., I.R. Damayanti, E. Patwati, dan S.W. Adawiah. 2017. Perubahan luas dan kerapatan ekosistem mangrove di kawasan Pantai Timur Surabaya. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III, Universitas Trunojoyo, Madura, 7 September 2017. Hlm.:69-73. <http://ilmukelautan.trunojoyo.ac.id/seminar/prosiding-seminar-kp-iii-2017/>.
- Xue, B., C. Yan, H. Lu, and Y. Bai. 2009. Mangrove-derived organic carbon in sediment from Zhangjiang Estuary (China) mangrove wetland. *J. Coastal Res.*, 25:949-956. <https://doi.org/10.2112/08-1047.1>.
- Diterima* : 04 Juni 2018
Direview : 12 Juni 2018
Disetujui : 29 November 2018

