

**TINGKAT KERAPATAN MANGROVE DAN HUBUNGANNYA DENGAN
KONDISI KUALITAS PERAIRAN DI TELUK SEMANTING,
KABUPATEN BERAU KALIMANTAN TIMUR**

Aditya Anugraha¹⁾, Triyanto²⁾, Sutrisno²⁾, dan Firman Agus Heriansyah³⁾

¹⁾Mahasiswa Sekolah Tinggi Perikanan (STP)-Jakarta

²⁾Peneliti Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

³⁾Staf Pengajar Sekolah Tinggi Perikanan (STP)-Jakarta

ABSTRAK

Ekosistem mangrove di Kabupaten Berau terdapat mulai dari bagian Utara di Tanjung Batu, Teluk Semanting, Delta Berau, sampai ke Selatan di Biduk-biduk, dan di beberapa pulau, seperti Pulau Panjang, Rabu-rabu, Semama dan Maratua di bagian utara pesisir Berau, dan di Pulau Buaya-buaya di bagian selatan pesisir Berau. Secara keseluruhan luas kawasan mangrove di Kabupaten Berau mencapai 47.349 ha. Ekosistem mangrove di Kabupaten Berau memiliki fungsi ekologis yang menunjang kehidupan biota laut yang ada di sekitarnya dan berperan dalam pembentukan karakteristik kondisi kualitas perairan. Penelitian mengenai tingkat kerapatan mangrove dan hubungannya dengan kondisi kualitas telah dilakukan pada Bulan Maret-Mei 2014 di kawasan mangrove Teluk Semanting sebagai bagian dari wilayah ekosistem mangrove di Kabupaten Berau. Kerapatan mangrove ditentukan dengan pendekatan metode kuadran. Parameter kualitas air yang diukur adalah oksigen terlarut (DO), pH, suhu, salinitas, total nitrogen (TN) dan total fosfor (TP). Pengambilan sampel dilakukan pada 5 stasiun penelitian yang ditentukan berdasarkan perbedaan tingkat kerapatan mangrove dan kondisi lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerapatan mangrove di Teluk Semanting berkisar antara 977-2.913 pohon/ha. Beberapa jenis mangrove yang dominan dijumpai adalah *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Lumnitzera littorea*. Hasil pengukuran kualitas perairan dijelaskan sebagai berikut: DO: 5,01-9,8 mg/L, pH: 6,6-8,1, suhu: 27,8-33,3°C, salinitas 4,4-21,6 ppt, TN: 1,766-4,464 mg/L, TP: 0,003-0,017 mg/L. Lokasi penelitian dengan tingkat kerapatan mangrove yang tinggi (Tanjung Bingkar dan Pantai Teluk Semanting) kondisi kualitas perairannya lebih baik bila dibandingkan dengan lokasi penelitian dengan tingkat kerapatan mangrove yang rendah (area tambak di Bingkar dan muara Kasai).

Kata kunci: Mangrove, Kualitas Air, Teluk Semanting, dan Kabupaten Berau

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki fungsi fisik, ekologis, dan sosial ekonomi yang sangat penting bagi ekosistem pesisir dan laut maupun masyarakat di sekitarnya. Secara fisik, tegakan mangrove dapat menahan hempasan ombak atau angin saat terjadi badai, sehingga mampu menjaga dan melindungi keberadaan pantai, perumahan serta bangunan fisik lainnya. Sedangkan secara ekologis, ekosistem mangrove berfungsi sebagai sumber plasma nutfah; tempat pemijahan, pengasuhan, dan mencari makanan bagi berbagai biota perairan seperti ikan, udang, dan kepiting. Selain daripada itu, ekosistem mangrove juga banyak dimanfaatkan

atau dikonversi untuk berbagai keperluan pembangunan, seperti wisata bahari, budidaya perikanan, kehutanan, pemukiman, perhubungan, dan sebagainya.

Pemanfaatan yang berlebihan telah mengakibatkan ekosistem mangrove mengalami kerusakan yang memprihatinkan. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tingginya tingkat eksploitasi, lemahnya koordinasi dan sinkronisasi program antar sektor, lemahnya penegakan hukum, dan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap fungsi ekosistem mangrove. Kerusakan lainnya dapat disebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami seperti yang terjadi di Aceh (Ilmam *et. al.* 2011). Kerusakan tersebut telah memberikan dampak merugikan bagi lingkungan maupun masyarakat, antara lain ditunjukkan dengan semakin menurunnya tangkapan ikan, terganggunya kegiatan budidaya, kasulitan air tawar karena intrusi air laut, meningkatnya erosi pantai, terjadinya kerusakan kawasan permukiman oleh angin, badai, dan lain sebagainya (Direktorat Bina Pesisir, 2004).

Kawasan mangrove di Pesisir Kabupaten Berau merupakan ekosistem penyangga bagi kawasan kepulauan Derawan dan sekitarnya yang merupakan kepulauan dengan tingkat keindahan ekosistem lautnya yang menjadi pesona dunia. Oleh karena itu tingkat kelestarian kawasan mangrove di pesisir Kabupaten Berau merupakan hal yang sangat penting untuk dijaga kelestariannya (Triyanto, 2013). Hutan mangrove Kabupaten Berau terdapat mulai dari bagian Utara di Tanjung Batu, Delta Berau, sampai ke Selatan di Biduk-biduk. Selain itu hutan mangrove juga ditemukan di beberapa pulau, seperti Pulau Panjang, Rabu-rabu, Semama dan Maratua di bagian Utara pesisir Berau, dan di Pulau Buaya-buaya di bagian Selatan pesisir Berau. Secara keseluruhan luas kawasan mangrove sebesar 47.349 Ha (Setiawan & Triyanto, 2012).

Tingkat kerusakan kawasan mangrove di Provinsi Kalimantan Timur sudah cukup mengawatirkan. Tercatat seluas 329.579 ha mengalami rusak berat, 328.695 ha rusak ringan, sisanya 225.105 Ha atau hanya sekitar 25,48 persen yang dalam kondisi baik (Tribunnews.com, 2010). Dari segi kondisi kawasan mangrove, Kabupaten Berau relatif masih memiliki kondisi kawasan mangrove yang lebih baik bila dibandingkan dengan kabupaten atau kota lainnya di Provinsi Kalimantan Timur. Namun demikian degradasi/kerusakan kawasan mangrove dan kerusakan DAS serta konversi lahan mangrove menjadi areal pertambakan menjadi ancaman

serius bagi kelestarian hutan mangrove di Kabupaten Berau. Tingkat kerusakan kawasan mangrove yang terdata pada tahun 1997 baru sekitar 450 hektar hutan mangrove di Delta Berau yang berubah menjadi tambak udang, dan pada tahun 2003 sudah mencapai sekitar 4.000 hektar (Kompas.com, 2011).

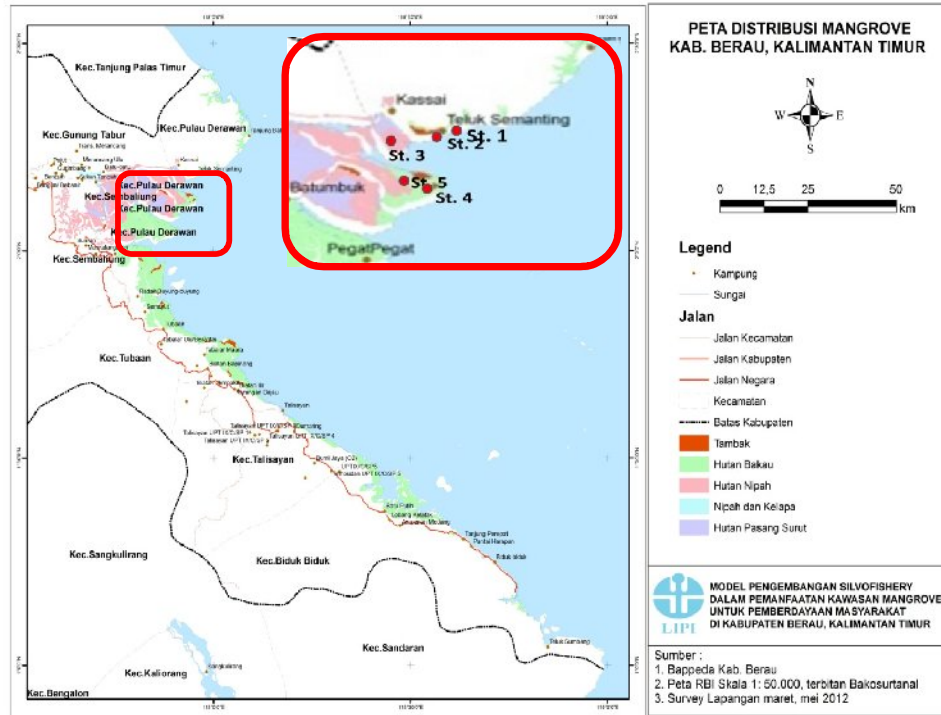
Teluk Semanting merupakan salah satu wilayah di Kecamatan Tanjung Batu Kabupaten Berau yang memiliki wilayah mangrove yang relatif masih baik. Berdasarkan perhitungan luas mangrove di lokasi ini mencapai 1.486 Ha (Triyanto *et al.* 2014). Belum banyak informasi yang menjelaskan tentang kondisi dan kerapatan mangrove di lokasi tersebut sehingga penelitian mengenai jenis dan kerapatan mangrove di Teluk Semanting perlu dilakukan.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di kawasan mangrove Teluk Semanting sebagai bagian dari wilayah ekosistem mangrove di Kabupaten Berau. Pengambilan sampel dilakukan pada Bulan Maret-Mei 2014. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 stasiun penelitian, yang ditetapkan berdasarkan karakteristik ekologis habitat mangrove dan kondisi penggunaan lahan. Stasiun penelitian tersebut adalah stasiun Teluk Semanting A (St.1), stasiun Teluk Semanting B (st.2), stasiun Tanjung Bingkar (St.3), stasiun tambak (St.4), dan stasiun hutan nipah muara Sungai Kasai (St.5). Perbedaan karakteristik pada masing-masing stasiun tersebut adalah:

- Stasiun Teluk Semanting A, yaitu stasiun pengamatan yang terletak di dekat pemukiman penduduk dan berbatasan sampai sungai yang berada di sebelah Timur Desa Teluk Semanting.
- Stasiun Teluk Semanting B, yaitu stasiun pengamatan yang terletak di dekat pemukiman penduduk dan berbatasan sampai sungai yang berada di sebelah Barat Desa Teluk Semanting.
- Stasiun Tanjung Bingkar, yaitu stasiun pengamatan yang terletak di antara Tanjung Bingkar dan Muara Sungai Bingkar.
- Stasiun tambak, yaitu stasiun pengamatan di vegetasi mangrove yang berada di daerah pertambakan dan berbatasan langsung dengan Sungai Bingkar.

- Stasiun hutan nipah muara Sungai Kasai, yaitu stasiun pengamatan vegetasi mangrove jenis *Nypa fruticans* yang terletak di Muara Sungai Kasai. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

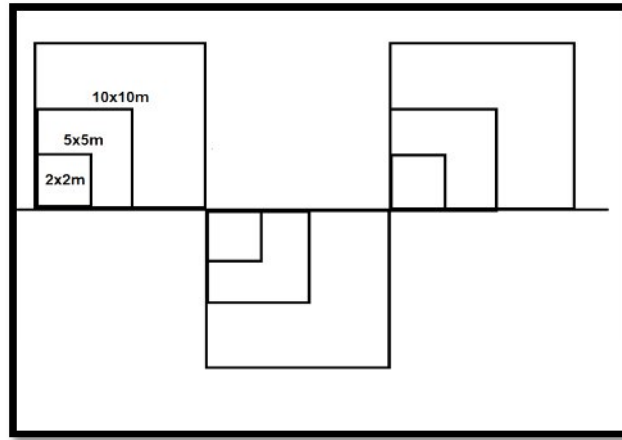


Gambar 1. Lokasi penelitian komunitas mangrove di Teluk Semanting, Tahun 2014

Pengambilan contoh dan identifikasi mangrove ditentukan dengan metode *line plots transect* (English *et al.* 1997). Prosedur yang dilakukan adalah:

- Ditarik garis tegak lurus garis pantai, mulai dari batas garis pantai ke arah belakang hutan mangrove,
- Di sepanjang garis transek dibuat petak pengamatan berukuran 10 x 10 m untuk kategori pohon (diameter >10 cm), 5 x 5 m untuk kategori anakan (diameter 2-10 cm), dan plot 2x2 m untuk mangrove tingkat semai (Gambar 2)

Parameter kualitas air yang diukur adalah oksigen terlarut (DO), pH, suhu, salinitas, total nitrogen (TN) dan total fosfor (TP). Kualitas perairan habitat mangrove dianalisis sesuai dengan prosedur APHA (2000). Terhadap data mangrove dilakukan perhitungan : Kerapatan Jenis (Di), dan Indeks Nilai Penting (INP).

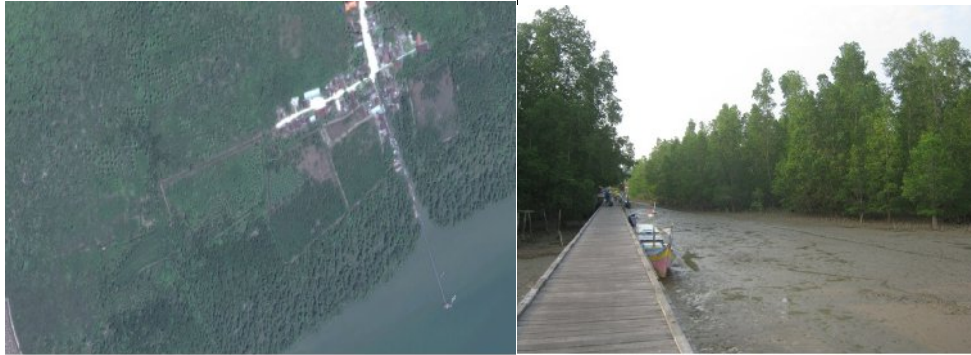


Gambar 2. Skema penempatan petak contoh dalam analisis vegetasi mangrove

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penghitungan tingkat kerapatan mangrove tingkat pohon dan anakan di St.1 (Teluk Semanting A) sebanyak 1.226 pohon/hektar dengan jenis *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Lumnitzera littorea*, ST.2 (Teluk Semanting B) yaitu 1.348 pohon/hektar dengan jenis *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*, St.3 (Tanjung Bingkar) yaitu 2.913 pohon/hektar dengan jenis *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*, St.4 (tambak) yaitu 977 pohon/hektar dengan jenis *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*, dan stasiun hutan nipah muara Sungai kasai yaitu 1.673 pohon/hektar. Hasil perhitungan tingkat kerapatan mangrove dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan KEPMEN KLH No.201 Tahun 2004, kondisi mangrove di Teluk Semanting masuk dalam kriteria sedang-sangat padat. Dengan masing-masing kondisi setiap stasiun penelitian adalah sebagai berikut: kriteria mangrove di St.1 dikategorikan sedang, kriteria mangrove di stasiun St.2 dikategorikan sedang, kriteria mangrove di St.3 dikategorikan sangat padat, kriteria mangrove di St.4 dikategorikan jarang, dan kriteria mangrove di St.5 dikategorikan sangat padat. Kondisi mangrove di Teluk Semanting seperti terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi mangrove di Teluk Semanting, Kab. Berau

Tabel 1. Tingkat Kerapatan Mangrove di Teluk Semanting

Stasiun Penelitian	Kategori	Kerapatan Mangrove (Di: i/Ha)						
		<i>Sa</i>	<i>Am</i>	<i>Rm</i>	<i>Ra</i>	<i>Bg</i>	<i>Li</i>	<i>Nf</i>
St.1	Pohon	147	45	137	43	3	3	-
	Anakan	443	43	272	80	5	5	-
	Semai	1.486	270	878	270	68	34	-
St.2	Pohon	247	42	168	73	-	-	-
	Anakan	303	109	279	127	-	-	-
	Semai	1.932	454	1.742	606	-	-	-
St.3	Pohon	575	51	495	212	-	-	-
	Anakan	617	129	563	271	-	-	-
	Semai	2.712	678	2.500	1.059	-	-	-
St.4	Pohon	123	92	238	31	-	-	-
	Anakan	92	62	277	62	-	-	-
	Semai	1.346	962	2.500	769	-	-	-
St.5	Pohon	-	-	-	-	-	-	1.673
	Anakan	-	-	-	-	-	-	3.409

Keterangan:

- Sa* : *Sonneratia alba*
Am : *Avicennia marina*
Rm : *Rhizophora mucronata*
Ra : *Rhizophora apiculata*
Bg : *Bruguiera gymnorrhiza*
Li : *Lumnitzera littorea*
Nf : *Nypa fruticans*

Berdasarkan Laporan BLH-Kabupaten Berau (2011) menyebutkan bahwa kondisi ekosistem mangrove di bagian Utara, yaitu wilayah sempadan pantai Tanjung Batu, meliputi area Dermaga Tanjung Batu, Sungai Ulingan, Semanting, dan Kassai,

ekosistem mangrove tersebut menyebar dan terpisah-pisah dari utara hingga ke selatan. Di wilayah tersebut ditemukan minimal 14 jenis mangrove, dari 8 suku, dengan tingkat kerapatan vegetasi mangrove lebih dari 1000 pohon/Ha. Kondisi mangrove di katagorikan baik padat.

Ekosistem mangrove di wilayah Teluk Semanting didominasi jenis Perapat (*Sonneratia alba*) dengan nilai INP sebesar 71,2-166,08. Jenis mangrove lain yang penting adalah bakau (*Rhizophora mucronata*) dengan nilai INP 72,97-150,33 Sedangkan di St.5 daerah muara Sungai Kasai, jenis yang dominan *Nypa fruticans* (Tabel 2).

Tabel 2. Tingat Kerapatan Mangrove di Teluk Semanting

Stasiun Penelitian	Kategori	Indek Nilai Penting Mangrove (INP)						
		<i>Sa</i>	<i>Am</i>	<i>Rm</i>	<i>Ra</i>	<i>Bg</i>	<i>Li</i>	<i>Nf</i>
St.1	Pohon	143,74	51,82	72,97	22,38	3,69	5,4	-
	Anakan	132,5	23,69	99,86	37,78	3,16	3,02	-
St.2	Pohon	166,08	33,72	67,54	32,66	-	-	-
	Anakan	112,7	43,67	97,06	46,57	-	-	-
St.3	Pohon	136,54	23,16	93,31	46,99	-	-	-
	Anakan	118,07	29,27	98,49	54,18	-	-	-
St.4	Pohon	71,22	70,08	133,86	24,84	-	-	-
	Anakan	64,4	43,19	150,87	41,54	-	-	-

Keterangan:

- Sa* : *Sonneratia alba*
Am : *Avicennia marina*
Rm : *Rhizophora mucronata*
Ra : *Rhizophora apiculata*
Bg : *Bruguiera gymnorrhiza*
Li : *Lumnitzera littorea*
Nf : *Nypa fruticans*

Hasil pengamatan kondisi kualitas air, diketahui perairan Teluk Semanting memiliki tipe pasang surut ganda dengan rentang pasang surut antara 0-110 cm pada saat bulan gelap dan 19-168 cm pada saat bulan purnama. Suhu perairan St.1 berkisar antara 27,8–31,7 °C, St.2 berkisar antara 27,4-31,8 °C, St.3 berkisar antara 29,9–32,6 °C, St.4 berkisar antara 30,3–33 °C, dan St.5 berkisar antara 27,9–30,5. Salinitas St.1 berkisar antara 15–21,6 ‰, St.2 berkisar antara 14–20 ‰, St.3 berkisar antara 11,8–18,2 ‰, St.4 antara 12–19,3 ‰, dan St.5 berkisar antara 4,4–12 ‰. pH air St.1 air

berkisar antara 7,53–8,08, stasiun St.2 berkisar antara 6,6–8,11, St.3 berkisar antara 7,36–7,7, St.4 berkisar antara 7,27–8,2, dan St.5 berkisar antara 7–7,75. DO St.1 berkisar antara 5,5–8,37 mg/liter, St.2 berkisar antara 5,08–8,19 mg/liter, St.3 berkisar antara 5,01–9 mg/liter, St.4 berkisar antara 5,76–9,8 mg/liter, dan St.5 berkisar antara 5,64–8,8 mg/liter. Hasil pengukuran kualitas air di Teluk Semanting dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas air setiap minggu di setiap stasiun penelitian perairan mangrove Teluk Semanting

Stasiun	Minggu ke	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)
St. 1	1	27,8	21,6	8,1	4,92	4,119	0,007
	2	30	16,8	7,93	6,5	3,959	0,006
	3	28,3	18,7	8,08	7,23	3,812	0,003
	4	31,7	13	7,53	8,37	2,340	0,006
St. 2	1	27,4	6,2	8,11	8,19	2,495	0,005
	2	29,4	12,1	7,8	6,4	2,838	0,003
	3	28,9	20	7,9	5,08	4,061	0,008
	4	31,8	14	6,6	6,19	2,941	0,009
St. 3	1	29,9	18	7,7	3	4,464	0,011
	2	31,6	17	7,58	6,96	4,403	0,010
	3	31,2	11,8	7,66	7,03	2,914	0,005
	4	32,6	10,8	7,36	9	2,004	0,005
St. 4	1	30,3	12	8,2	9,8	3,086	0,012
	2	32,4	16,8	7,6	6,05	3,900	0,005
	3	31,9	19,3	7,6	5,76	4,843	0,017
	4	33	12,8	7,27	10,4	2,446	0,006
St. 5	1	27,9	8,7	7,75	6,05	2,609	0,005
	2	28,9	6,2	7,13	7,4	1,820	0,009
	3	28,9	12	7	5,64	3,820	0,006
	4	30,5	4,4	7	8,8	1,767	0,003

Tipe substrat dari kelima stasiun pengamatan adalah tipe substrat berlumpur. Total nitrogen St.1 berkisar antara 2,340–4,119 mg/liter, St.2 berkisar antara 2,495–4,061 mg/liter, St.3 berkisar antara 2,004–4,464 mg/liter, St.4 berkisar antara 2,446–4,843 mg/liter, dan St.5 berkisar antara 1,767–2,609 mg/liter. Total fosfor St.1 berkisar antara 0,003–0,007 mg/liter, St.2 berkisar antara 0,003–0,009 mg/liter, St.3 berkisar antara 0,005–0,011 mg/liter, St.4 berkisar antara 0,005–0,017 mg/liter, dan

St.5 berkisar antara 0,003–0,009 mg/liter. Kondisi kualitas perairan di lima stasiun pengamatan mendukung untuk kehidupan mangrove. Kondisi kualitas perairan secara keseluruhan juga masih mendukung untuk kehidupan biota air laut.

Perairan Teluk Semanting memiliki tipe pasang surut ganda. Menurut Harahab (2010) genangan air pasang surut mempengaruhi terjadinya zonasi hutan mangrove, area yang terendam air pasang 10-19 kali perbulan, ditemukan jenis *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba* dan *Rhizophora* sp. Menurut Saparinto (2007) pasang surut menentukan zonasi komunitas mangrove. Durasi salinitas pasang surut berpengaruh besar terhadap perubahan salinitas pada area mangrove. Perubahan tingkat salinitas pada saat pasang merupakan salah satu faktor yang membatasi distribusi spesies mangrove, terutama distribusi horizontal. Inilah yang diduga menjadi penyebab banyaknya tegakan *Sonneratia alba* dan *Rhizophora* sp di perairan Teluk Semanting.

Pasang surut mempengaruhi jenis kerapatan mangrove tertentu karena pasang surut mempengaruhi daerah genangan dan salinitas perairan sehingga terbentuklah zonasi horizontal jenis mangrove. Salinitas yang dapat ditoleransi pun berbeda-beda, seperti salinitas St.1 yang berkisar antara 15–21,6 ‰, St.2 yang berkisar antara 14–20 ‰, St.3 yang berkisar antara 11,8–18,2 ‰ dan St.4 berkisar antara 12–19,3 ‰, dari ke empat stasiun ini kerapatan *Sonneratia alba* dan *Rhizophora* sp yang paling besar karena sesuai dengan salinitas dan genangan pasang. Sedangkan St.5 salinitasnya berkisar antara 4,4–12 ‰ didominasi oleh pohon *Nypa fruticans*.

Menurut Salisbury (1992) dalam Zamroni dan Rohyani (2008), suhu mempengaruhi jatuhnya serasah tumbuhan. Naiknya suhu akan menyebabkan menurunnya kelembaban sehingga transpirasi meningkat, dan untuk mengurangnya, maka daun harus segera digugurkan. Kandungan daun mangrove yang mengandung asam menyebabkan turunnya pH. Kondisi ini dibuktikan oleh relatif turunnya pH ketika suhu meningkat. Namun dari hasil pengukuran pH di lima stasiun, semua masih memenuhi kondisi yang disukai oleh biota akuatik dan masih sesuai dengan habitat untuk mangrove seperti yang dikatakan oleh Novonty dan Olem dalam Effendi (2003).

Menurut Putra (2010), DO semakin rendah pada tempat yang kelebihan bahan organik mengingat oksigen diserap untuk penguraian bahan organik tersebut.

Kondisi ini dapat dilihat pada nilai DO yang cenderung turun ketika kandungan total nitrogen dan fosfor bertambah, sedangkan DO cenderung naik ketika kandungan total nitrogen dan total fosfor berkurang. Diduga oksigen diserap ketika proses penguraian bahan organik dan oksigen kembali dihasilkan fitoplankton dan tumbuhan mangrove itu sendiri setelah menyerap nitrogen dan fosfor.

Kemampuan hutan mangrove untuk menyerap nitrogen dan fosfor dapat dilihat dari hasil pengukuran total nitrogen dan fosfor di stasiun Tanjung Bingkar dan stasiun tambak. Dilihat dari letaknya, stasiun tambak termasuk *inlet* dari stasiun Tanjung Bingkar. Stasiun Tanjung Bingkar yang kerapatan pohon mangrovenya lebih tinggi memiliki konsentrasi total nitrogen dan total fosfor yang lebih rendah dibandingkan stasiun tambak. Kondisi ini diduga disebabkan unsur nitrogen dan fosfor yang diserap oleh pohon mangrove di stasiun Tanjung Bingkar yang kerapatannya lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan pohon mangrove stasiun tambak.

KESIMPULAN

Tingkat kerapatan mangrove di perairan Teluk Semanting dalam kondisi sedang-sangat padat. Jenis mangrove yang banyak ditemukan adalah *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*. Pada wilayah muara sungai Kasai jenis mangrove yang mendominasi adalah pohon nipah (*Nipah fruticans*). Kondisi kualitas perairan di lima stasiun pengamatan masih mendukung untuk kehidupan mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Kompetitif LIPI Sub Program “Ketahanan Wilayah dan Daya Saing dan Masyarakat Pesisir Tahun 2013”, yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Teluk Semanting, Bapak Kaharudin dan keluarga, serta masyarakat Desa Teluk Semanting yang telah membantu selama penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

APHA 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed. Washington DC.

- BLH Berau. 2011. Penyusunan Data Base Mangrove Kecamatan Pulau Derawan Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur, Rayadin,Y., Sutedjo, Junaedi, Syamsudin, Hendra, dan E. Novamalaisari (Eds.). Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Berau
- Direktorat Bina Pesisir. 2004. Pedoman Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Bina Pesisir. Ditjen KPPPK, Jakarta.
- Effendi Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- English, S., C. Wilkinson,, and V. Baker. 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resource, 2nd edition. Australian Intitute of Marine Science. Townsville.
- Ilman, M., Iwan T.C.W., and I N. N. Suryadiputra. 2011. State of the Art Information on Mangrove Ecosystems in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme. Bogor. 66 p.
- Kompas.com. 2011. 4.000 Hektar Hutan Mangrove Delta Berau Habis Dibabat. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0310/21/daerah/636741.htm> (diunduh tanggal 28 Agustus 2011).
- Putra Jimi Purnama. 2010. Seri Pengenalan Jenis Mangrove. Balai Taman Nasional Wakatobi. Bau-Bau.
- Saparinto, Cahyo. 2007. Pendayagunaan Ekosistem Mangrove. Dahara Prize, Semarang.
- Setiawan, F dan Triyanto. 2012. Studi Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Silvofishery Kepiting Bakau di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. LIMNOTEK Vol. 19 (2): 158-165.
- Tribunnews.com. 2010. 329.579 Ha Mangrove di Kaltim Rusak Berat. <http://www.tribunnews.com/> (diunduh tanggal 26 Agustus 2011)
- Triyanto, Nirmala I.W., Ivana, Y., Fajar, S., Fajar, S.L., dan Tri W. 2012. Habitat Condition of Mud Crab (*Scylla serrata*) in Berau Mangrove Area, East Kalimantan. Procceding International Conference of Indonesian Inland Water, III, Palembang 7-8 November 2012.

- Triyanto. 2013. Model Pengembangan Silvofishery dalam Pemanfaatan Kawasan Mangrove untuk Pemberdayaan Masyarakat di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Laporan Akhir Tahunan. LIPI.
- Triyanto. 2014. Model Pengembangan Silvofishery dalam Pemanfaatan Kawasan Mangrove untuk Pemberdayaan Masyarakat di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Laporan Akhir Komulatif Kegiatan Kompetitif LIPI Periode 2012-2014. LIPI.
- Zamroni, Y. dan I.S.Rohyani. 2008. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. Biodiversitas 9 (4): 284-287