

PENGARUH KARAKTERISTIK HABITAT MANGROVE TERHADAP KEPADATAN KEPITING (*SCYLLA SERRATA*) DI PANTAI UTARA KABUPATEN DEMAK, JAWA TENGAH

Roni Haposan Sipayung¹, Erny Poedjirahajoe²

¹Alumni Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

²Dosen Program Studi Kehutanan Universitas Gadjah Mada

*Corresponding Author email: roni_sipayung@yahoo.com

Abstrak

Diterima :
Bulan Juni 2021

Diterbitkan :
Bulan Juli 2021

Keyword :
mangrove,
kepadatan,
kepiting,
rehabilitasi

Rehabilitasi hutan mangrove sangat penting untuk menjaga kestabilan ekosistem dan meningkatkan produktivitas hutan mangrove. Keberhasilan rehabilitasi hutan mangrove dapat diketahui dengan kerapatan vegetasi mangrove dan peningkatan kepiting bakau. Kepiting bakau merupakan komoditas utama bagi masyarakat petambak karena selain berperan penting dalam ekosistem mangrove juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga perlu dikembangkan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerapatan vegetasi mangrove dan kepadatan kepiting pada tahun tanam yang berbeda-beda serta pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan kepiting. Penelitian dilakukan pada tiga tahun tanam yang berbeda yaitu tahun tanam 2003, 2005, dan 2006. Tiap tahun tanam terdiri dari zona depan, zona tengah dan zona belakang. Pada setiap zona dibuat petak ukur dengan ukuran 5 m x 5 m untuk pengambilan data kerapatan vegetasi, suhu, ketebalan lumpur, salinitas, derajat keasaman, dan oksigen terlarut (DO). Kemudian di dalam petak ukur 5 m x 5 m dibuat petak ukur 1 m x 1 m untuk pengambilan data jumlah kepiting. Analisis data menggunakan persamaan regresi dan uji beda ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi tertinggi berada pada zona belakang tahun tanam 2006 dengan kerapatan sebesar 2160 individu/ha, sedangkan kepadatan kepiting tertinggi yaitu pada tahun tanam 2005 dengan kepadatan sebesar 12111,11 individu/ha. Analisis regresi menunjukkan pengaruh variabel suhu, ketebalan lumpur dan salinitas terhadap kepadatan kepiting dengan persamaan $Y = 3,447 - 0,044X_1 - 0,009X_2 - 0,230X_3$ dengan nilai $R = 0,809$. Pada uji beda ANOVA hanya ketebalan lumpur yang memiliki perbedaan yang signifikan pada tiga tahun tanam ($0,00 < 0,05$).

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan ekosistem perairan unik yang tumbuh dan berkembang di daerah pesisir pantai maupun sungai. Hutan mangrove sangat bergantung pada pasang surut air laut dan aktivitas sedimentasi yang berasal dari hulu-hilir sungai. Adanya pencampuran daratan dan lautan pada ekosistem mangrove mengakibatkan biota perairan maupun vegetasi di dalamnya harus beradaptasi dengan lingkungan yang ekstrim. Walaupun kondisinya cenderung berubah-ubah tidak sedikit biota perairan dan vegetasi berupa pohon yang dapat ditemukan di dalam hutan mangrove.

Sebagai daerah peralihan antara laut dan darat, ekosistem mangrove memiliki gradien sifat lingkungan yang tajam. Karakteristik ekosistem mangrove yang khas ini menyebabkan hutan mangrove memiliki berbagai fungsi baik dari segi fisik, biologis/ekologis dan sosial ekonomi. Berdasarkan fungsi fisiknya, hutan mangrove memiliki peranan penting dalam melindungi pantai

dari gelombang besar, angin kencang dan badai. Mangrove juga dapat melindungi pantai dari abrasi, menahan lumpur, mencegah intrusi air laut dan juga menangkap sedimen. Secara ekonomis hasil hutan mangrove baik kayu maupun non kayu dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan konstruksi, kayu bakar, bahan baku kertas, bahan makanan, kerajinan, obat-obatan, pariwisata, dan masih banyak lagi (Kustanti, 2011); Sedangkan dari segi biologis, ekosistem mangrove dapat berfungsi sebagai habitat maupun perkembangbiakan biota perairan seperti kepiting, kerang, ikan, dan jenis-jenis moluska lainnya

Kepiting merupakan biota perairan yang penyebarannya terdapat di air tawar, payau, dan laut. Namun sebagian besar kepiting yang kita kenal banyak hidup di perairan payau terutama dalam ekosistem mangrove. Kepiting bakau dapat mengindikasikan keberhasilan pengelolaan ekosistem mangrove. Dengan kemampuan adaptasi yang sangat baik, kepiting menjadi salah satu spesies kunci (*key spesies*) pada hutan mangrove.

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) adalah jenis kepiting yang hidup di habitat mangrove/hutan bakau. *Scylla serrata* merupakan komoditas ekspor disamping rajungan (*Portunus pelagicus*). Bila rajungan mempunyai nilai ekonomis penting sebagai daging dalam kaleng atau dalam keadaan beku, maka kepiting bakau dapat dipasarkan dalam keadaan hidup karena lebih tahan hidup di luar air (Juwana, 2004). *Scylla serrata* adalah spesies kepiting bakau yang dominan di Indonesia. Diperkirakan sekitar 80% dari total pendaratan kepiting bakau adalah dari spesies ini. Perikanan kepiting di Indonesia diharapkan dapat terus tumbuh di masa yang akan datang karena beberapa alasan, yaitu: adanya peningkatan permintaan pada komoditas ini yang diindikasikan dengan peningkatan harga di pasar lokal maupun internasional; sumberdaya perikanan mendukung spesies ini baik untuk penangkapan dari alam maupun budidaya; pengetahuan dan pengalaman teknik budidaya kepiting semakin berkembang (Cholik & Hanafi, 1991).

Bukan hanya daging kepiting yang mempunyai nilai komersil, kulitnya pun mempunyai nilai ekonomis tinggi. Kulit kepiting diekspor dalam bentuk kering sebagai sumber *chitin*, *chitosan* dan *karotenoid* yang dimanfaatkan oleh berbagai industri sebagai bahan baku obat, kosmetik, pangan, dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut memegang peran sebagai antivirus dan antibakteri dan juga digunakan sebagai obat untuk meringankan dan mengobati luka bakar, selain dapat digunakan sebagai pengawet makanan yang murah dan aman (Muskar, 2007).

Pada ekosistem *mangrove*, kepiting bakau berfungsi sebagai dekomposer. Kepiting bakau menguraikan serasah dari daun vegetasi *mangrove* yang gugur sehingga meningkatkan bahan organik pada permukaan tanah. Selain itu, kepiting bakau juga dapat menjadi distributor oksigen pada hutan *mangrove*. Lubang-lubang yang dibentuk oleh kepiting bakau pada permukaan tanah dapat mendistribusikan oksigen untuk memperbaiki kondisi anoksik yang terjadi pada substrat yang lebih dalam.

Walaupun memiliki banyak manfaat bagi ekosistem dan masyarakat, pengelolaan kepiting bakau di desa Bedono masih sangat rendah. Masyarakat beranggapan kepiting bakau cukup sulit untuk dikelola sehingga sebagian besar masyarakat lebih memilih rajungan yang relatif mudah untuk dikembangkan. Akibat kurangnya minat dari masyarakat, penelitian mengenai perkembangan kepiting bakau di desa Bedono juga tidak sering dilakukan.

LANDASAN TEORI

Hutan Mangrove

Mangrove sering juga disebut sebagai hutan pasang-surut, hutan bakau, atau hutan payau, dinamakan hutan bakau karena sebagian besar vegetasinya didominasi oleh jenis bakau atau *Rhizophora* spp. (Dahuri dalam Destiana 2012). Menurut Nybakken (1992), hutan mangrove adalah sebutan umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropik, didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon khas atau semak-semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh di perairan asin.

Mangrove mempunyai komposisi vegetasi tertentu, pembentuk kelompok ini adalah berbagai spesies tanaman mangrove yang dapat beradaptasi secara fisiologis terhadap lingkungan khas, yaitu salinitas tinggi, sedang atau rendah. Tipe tanah yang mendominasi di hutan mangrove adalah lumpur, pasir atau lumpur berpasir yang terpengaruh oleh pasang surut dan mengakibatkan pembentukan zonasi (Walter dalam Gunarto, 2004).

Mangrove terletak di antara dua ekosistem serta mempunyai habitat yang unik, maka *mangrove* mempunyai beberapa fungsi yang penting terutama bagi kehidupan manusia di daratan. Fungsi tersebut adalah:

- Fungsi fisik : mangrove mempunyai fungsi fisik sebagai penstabil lahan (*land stabilizer*), mencegah abrasi dan intrusi, serta membentuk tanah timbul.
- Fungsi biologi : tempat bertelur, mencari makan bagi biota laut (*nursery ground*). Dari fungsi biologik ini, mangrove bersimbiosis mutualisme dengan terumbu karang. Ikan-ikan dari terumbu karang sebagian besar bertelur dan membesarkan anak-anaknya di hutan mangrove. Setelah dewasa, ikan-ikan tersebut kembali ke habitat semula, yaitu terumbu karang. Dipilihnya mangrove sebagai tempat bertelur, karena mangrove mempunyai habitat air yang tenang.
- Fungsi kimia : penetral limbah beracun melalui pengendapan dan pertukaran ion.
- Fungsi ekonomi : penghasil kayu bakar, kayu pertukangan, tannin, dan pengembangan ke arah *silvofishery* (Poedjirahajoe, 2007).

Klasifikasi Ilmiah Kepiting (*Scylla serrata*)

Klasifikasi ilmiah bagi spesies *Scylla serrata* menurut Motoh (1979) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Mandibulata
Kelas	: Crustacea
subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda

Subordo : Pleocyemata
 Seksi : Brachyura
 Famili : Portunidae

Scylla serrata adalah salah satu spesies yang mempunyai ukuran paling besar dalam genus *Scylla* (Hill, 1992) dalam Kuntiyo et al (1994). Kepiting ini dapat hidup di air tawar, payau maupun air asin. Kepiting bakau merupakan salah satu jenis kepiting yang hidupnya di dalam ekosistem mangrove. *Scylla serrata* mempunyai nama lokal yang beraneka ragam diantaranya adalah kepiting lumpur (Australia), ketam batu (Malaysia) dan kepiting bakau untuk Indonesia (Moosa et al, 1985). Kepadatan atau kerapatan (Densitas) adalah jumlah individu per individu per unit atau unit volume. Kepadatan adalah jumlah organisme per unit area atau unit volume. Kepadatan biasanya digunakan untuk manusia dan hewan, sedangkan kerapatan digunakan pada tumbuhan. Densitas sering dipakai untuk mengetahui perubahan yang terjadi dalam populasi. Perubahan yang dimaksud adalah berkurang atau bertambahnya jumlah individu dalam setiap unit luas dan volume.

Faktor Fisik dan Kimia Perairan

Faktor fisik dan kimia perairan sangat penting dalam mendukung berbagai siklus kehidupan biota perairan. Kondisi lingkungan perairan yang buruk dapat menyebabkan terganggunya perkembangan dan reproduksi biota perairan. Faktor fisik dan kimia perairan diantaranya sebagai berikut.

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor fisik yang sangat penting bagi kehidupan organisme dan biota perairan karena mempunyai pengaruh yang sangat besar baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung adalah pada kegiatan laju fotosintesis sedangkan secara tidak langsung berpengaruh terhadap kelarutan karbondioksida yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis dan kelarutan oksigen yang dibutuhkan saat proses respirasi. Suhu yang sesuai untuk kepiting bakau berkisar antara 23-32°C dengan perubahan suhu yang tidak terjadi secara mendadak. Suhu air maksimal yang masih bisa ditolerir oleh kepiting bakau sekitar 42,1°C. Pada suhu tersebut laju pertumbuhan kepiting bakau sudah menurun. Suhu minimal yang sudah mulai mengganggu pertumbuhan kepiting bakau sekitar 20°C. Pada suhu kurang dari 20°C aktivitas makan dari kepiting bakau akan menurun drastis (Soim, 1999).

2. pH

Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung suhu, oksigen terlarut, dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami memiliki pH berkisar antara 6-9. Sebagian besar biota perairan sensitive terhadap

perubahan pH dan menyukai nilai pH 7-8,5 (Effendi, 2003).

Kisaran pH yang sesuai bagi kehidupan kepiting bakau adalah 7-8,5. Hal ini disebabkan pada kisaran pH tersebut banyak ditemukan garam nutrien yang dapat merangsang pertumbuhan pakan kepiting bakau (Afrianto dan Liviawati, 1993).

3. Oksigen terlarut (DO)

Oksigen terlarut sangat penting bagi keberadaan flora dan fauna mangrove, terutama dalam proses fotosintesis dan respirasi serta percepatan dekomposisi seresah. Konsentrasi oksigen terlarut tertinggi dicapai pada siang hari dan terendah pada malam hari (Poedjirahajoe, 2006). Untuk mengatasi kondisi tersebut, vegetasi mangrove beradaptasi melalui sistem perakarannya, juga adanya lubang-lubang yang terbentuk oleh biota laut, seperti kepiting (Poedjirahajoe, 2006).

4. Salinitas

Salinitas adalah jumlah garam terlarut dalam gram per liter air, dimana semua ion negatif dianggap sebagai klor (Cl⁻) dan ion positif diperhitungkan sebagai natrium (Na) (Mahayani, 2002). Banyak kepiting mampu mengatasi perbedaan kadar garam yang tinggi dengan jalan menjaga keseimbangan dalam tubuhnya. Penyesuaian-penyesuaian ini memungkinkan kepiting mendominasi fauna di hutan mangrove (Whitten, 1999). Menurut BBAP Jepara (1992) dalam Widaningrum (1994) kisaran salinitas untuk kepiting bakau antara 10 - 32 ‰.

5. Ketebalan Substrat Lumpur

Kondisi fisik hutan mangrove dicirikan dari gerakan air yang normal. Gerakan air yang lambat menyebabkan partikel sedimen yang halus cenderung mengendap dan berkumpul di dasar. Hasilnya berupa kumpulan lumpur, jadi substrat pada hutan mangrove biasanya berlumpur (Nybakken, 1988). Kondisi ini menyebabkan tanah mangrove dibentuk oleh akumulasi substrat lumpur yang berasal dari sungai, pantai atau erosi air tanah yang terbawa di dataran tinggi sepanjang sungai atau kanal. Tanah mangrove merupakan endapan baru, maka kebanyakan tanah mangrove merupakan tanah yang belum matang berupa lumpur yang lunak (Nybakken, 1988).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015 di kawasan Hutan Mangrove Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah pada tahun tanam 2003, 2005 dan 2006.

Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder, data primer merupakan hasil penelitian di lapangan yang meliputi kerapatan vegetasi, kepadatan kepiting bakau, dan faktor fisik dan kimia perairan,

sedangkan data sekunder berupa peta lokasi penelitian, data kondisi fisis lapangan, data hutan mangrove serta potensi flora dan fauna pada kawasan hutan mangrove Bedono, Kecamatan Sayung, Demak, Jawa tengah. Luas area penelitian pada tahun 2003, 2005, dan 2006 masing-masing 5 ha, 4,6 ha, dan 3,5 ha. Dengan luasan tersebut dibuat petak ukur berjumlah 54 buah melalui pertimbangan waktu dan kondisi lapangan.

1. Vegetasi

Pengambilan data vegetasi dilakukan dengan terlebih dahulu menetapkan jalur penelitian, yaitu ditentukan berdasarkan lokasi tempat tumbuh mangrove yang cukup luas. Pembuatan petak ukur untuk mengetahui kerapatan vegetasi, seperti nama jenis dan jumlah individu. Petak ukur yang digunakan, yaitu PU dengan ukuran 5 x 5 m serta jarak antar petak ukur 30 m yang diletakkan secara sistematis.

2. Kepiting Bakau

Pengambilan data kepiting bakau dilakukan pada petak ukur yang telah dibuat. Petak ukur yang dibuat berukuran 1 m x 1 m dan berada dalam petak analisis vegetasi. Kemudian menghitung jumlah kepiting yang dilihat secara kasat mata termasuk lubang yang merupakan rumah bagi kepiting di dalam masing-masing petak ukur tersebut. Pengambilan sampel organisme kepiting bakau dilakukan pada waktu surut terendah agar dapat mempermudah dalam pengamatan kepiting bakau serta tidak terkendala oleh arus dan gelombang.

3. Suhu

Pengukuran suhu perairan dengan menggunakan *thermometer stick*. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan *thermometer stick* kedalam perairan yang akan diukur suhunya, didiamkan beberapa saat sampai angka konstan atau kurang lebih 3 menit. Setelah itu, hasil pengukuran suhu perairan akan ditunjukkan oleh air raksa dan dapat dibaca pada skala termometer yang ada pada badan *thermometer stick*. Satuannya adalah ⁰Celcius. Pada saat pengukuran, tangan memegang alat pada tali yang dikaitkan pada ujung alat, bukan pada badan termometer stik secara langsung karena suhu tubuh akan mempengaruhi hasil pengukuran

4. DO (Oksigen Terlarut)

Pengukuran kadar oksigen terlarut di dalam air dilakukan dengan menggunakan *Dissolved oxymeter* (DO meter). Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan ujung sensoris *oxymeter* ke dalam perairan mangrove. Setelah pada layar display terbaca angka hasil pengukuran, hasilnya dicatat dalam *tally sheet* yang telah dibuat. Pada setiap petak ukur dilakukan pengukuran ulangan sebanyak minimal 3 kali.

5. pH

pH diukur dengan menggunakan pH *stick* yang dicelupkan ke dalam perairan sampai pada batas warna yang telah tertera dalam alat selama 1

menit. Setelah itu dicocokkan warnanya dengan warna pH kontrol yang berada pada kotak pH dan dicatat nilai yang terlihat ke dalam *tally sheet* yang telah tersedia.

6. Salinitas

Salinitas adalah jumlah garam terlarut dalam gram per liter air, dimana semua ion negatif dianggap sebagai khlor (Cl⁻) dan ion positif diperhitungkan sebagai natrium (Na⁺) (Mahayani, 2002). Salinitas perairan diukur dengan menggunakan *salt meter digital*. Cara pengukurannya yaitu dengan mengambil sampel air dari perairan yang akan diukur menggunakan pipet tetes dan kemudian diteteskan ke dalam wadah sampel. Maka akan muncul angka salinitas perairan tersebut pada layar display.

7. Ketebalan Substrat Lumpur

Pengukuran ketebalan substrat lumpur dengan menggunakan tongkat yang dimasukkan ke titik terdalam permukaan lumpur lalu bekas yang terlihat diukur menggunakan *roll meter*. Setelah itu, dicatat dalam *tally sheet* yang telah dibuat terlebih dahulu.

Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam perhitungan dan pengamatan kerapatan vegetasi, kepadatan kepiting bakau yakni dengan menggunakan rumus jumlah individu per luas petak ukur. Untuk mengetahui pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan kepiting bakau menggunakan analisis regresi linier berganda, sedangkan uji beda tiap tahun tanam dianalisis dengan analisis varians (ANOVA).

1. Kerapatan Vegetasi Mangrove dan Kepadatan Kepiting Bakau

Kerapatan/kepadatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan/Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah Individu}}{\text{Luas Petak Ukur}}$$

2. Pengaruh Karakteristik Habitat Mangrove Terhadap Kepadatan Populasi Kepiting

Analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan populasi kepiting bakau adalah analisis regresi linier berganda dengan bantuan SPSS. Model persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5$$

Keterangan :

Y = Kepadatan kepiting pada setiap tahun tanam

B₀₋₅ = Konstanta

X₁ = Suhu

X₂ = Oksigen terlarut

X₃ = pH

X₄ = Salinitas

X₅ = Kedalaman lumpur

3. Perbedaan Variabel dari Tiga Tahun Tanam

Untuk mengetahui tingkat signifikansi data, dapat dilakukan uji beda (komparatif) terhadap variabel yang akan dibandingkan dari tiga tahun tanam menggunakan analisis varians atau yang lebih dikenal ANOVA dengan bantuan software statistik, yaitu SPSS. Apabila data yang diuji menunjukkan ada signifikansi, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Tukey HSD untuk mengetahui data yang memiliki perbedaan tingkat signifikansi dengan bantuan software statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Vegetasi Mangrove

Vegetasi merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kualitas habitat mangrove dan berperan untuk mendukung siklus kehidupan berbagai biota perairan. Kerapatan vegetasi menggambarkan kemampuan regenerasi pohon terhadap sumbangan penghasil biji sebagai calon kecambah (semai) yang memiliki pola penyesuaian besar terhadap kondisi lingkungan di sekitarnya (Huda, 2008). Hasil penelitian menunjukkan kerapatan vegetasi di hutan mangrove Bedono, Pantai Utara Demak adalah sebagai berikut :

Tabel dibawah ini menunjukkan kerapatan vegetasi dengan reratanya pada tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 di kawasan rehabilitasi mangrove desa Bedono, Pantai Utara Kabupaten Demak. Nilai rerata kerapatan vegetasi pada tahun 2006 sebesar 1733,33 individu/ha. Nilai ini merupakan yang paling tinggi dibandingkan rerata kerapatan vegetasi tahun tanam 2003 dan 2005 masing-masing sebesar 1009,52 individu/ha dan 1488,89 individu/ha. Selanjutnya kerapatan vegetasi tersebut dibedakan dengan zonasi-zonasi yang terbentuk dengan beberapa faktor penting, diantaranya kondisi substrat tumbuh dan genangan pasang surut (Whitten, 1987). Zonasi pada hutan mangrove dibagi menjadi tiga, yakni zonasi proksimal (zona depan, yang paling dekat dengan laut), zonasi medial (zona tengah), dan zonasi distal (zona belakang, terjauh dari laut).

Pada tabel dibawah, tahun tanam 2006 memiliki tingkat kerapatan vegetasi yang lebih tinggi dibandingkan tahun tanam lainnya pada zona tengah dan zona belakang. Nilai rerata kerapatan vegetasi pada zona tengah dan zona belakang masing-masing 1600 individu/ha dan 2160 individu/ha. Sedangkan untuk zona depan, tahun tanam 2005 memiliki kerapatan vegetasi tertinggi diantara tahun tanam lainnya dengan nilai rerata 1466,67 individu/ha. Kerapatan vegetasi terendah terdapat pada tahun tanam 2003, yaitu pada zona depan dengan nilai rerata 800. Tingkat kerapatan

pada zona belakang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Hal ini dikarenakan zona belakang, tidak terlalu terpengaruh terhadap kondisi laut dan memiliki kondisi lingkungan yang cukup stabil. Kondisi ini tentu berbanding terbalik dengan zona depan maupun zona tengah yang cukup dipengaruhi oleh kondisi laut seperti adanya gelombang dan angin laut. Dengan demikian kondisi habitat juga dapat menentukan kerapatan dan struktur vegetasi mangrove.

Tabel 1. Kerapatan Vegetasi Mangrove

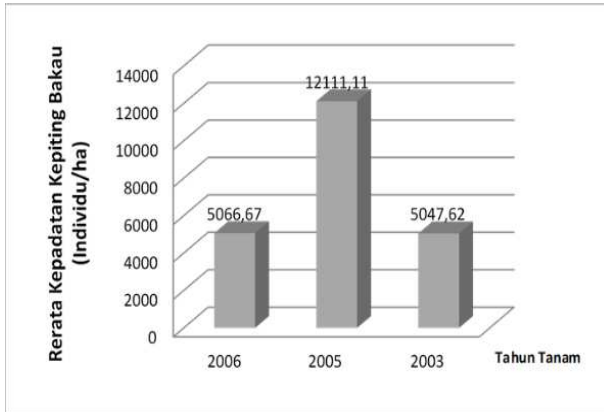
Tahun Tanam	Kerapatan (Individu/ha)		
	Zona Depan	Zona Tengah	Zona Belakang
2006	2000	800	2400
	800	400	2000
	1200	2400	2800
	1600	2800	1600
	1600	1600	2000
Rerata	1440	1600	2160
Rerata Seluruh Zona 2006			1733,33
2005	2400	800	1600
	2000	1200	1200
	1200	0	1600
	400	1600	1600
	1200	2400	1600
Rerata	1466,67	1466,67	1533,33
Rerata Seluruh Zona 2005			1488,89
2003	1200	0	1200
	800	1200	1200
	800	800	1600
	1600	1200	800
	400	1200	1200
Rerata	800	1028,57	1200
Rerata Seluruh Zona 2003			1009,52

Kepadatan Kepiting

Kepiting (*Scylla serrata*) merupakan salah satu biota perairan yang mendominasi hutan mangrove. Hal ini dikarenakan kepiting memiliki adaptasi yang sangat baik terhadap faktor-faktor lingkungan mangrove. Sebagai salah satu spesies kepiting yang memiliki ukuran yang cukup besar, kepiting bakau tentunya akan membutuhkan ruang yang cukup luas untuk dapat melangsungkan siklus hidupnya. Pada hutan mangrove, kepiting bakau biasanya memanfaatkan substrat lumpur untuk dijadikan sarang untuk bersembunyi dan reproduksi.

Kepadatan kepiting dapat dinyatakan dengan satuan individu/m² atau individu/ha. Hal ini

sesuai dengan perbandingan jumlah individu kepiting per luas area/petak ukur. Kepadatan kepiting dapat dijadikan acuan perkembangan spesies kepiting bakau pada suatu hutan mangrove. Adapun nilai kepadatan kepiting bakau pada tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 di kawasan Rehabilitasi Hutan Mangrove Bedono adalah sebagai berikut.



Pada grafik diatas, kepadatan kepiting bakau pada tahun tanam 2005 memiliki nilai rerata 12111,11 individu/ha yang paling tinggi dibandingkan dengan tahun tanam 2003 dan 2006. Hal ini dikarenakan substrat lumpur pada tahun tanam 2005 tidak terlalu dalam sehingga memudahkan kepiting bakau dalam membuat sarang. Kepiting bakau memang membutuhkan lumpur sebagai habitatnya, namun apabila substrat lumpur terlalu dalam kepiting bakau akan sulit melangsungkan siklus hidupnya. Setelah dewasa, kepiting bakau biasanya lebih banyak menghabiskan hidupnya di perairan baik pada sungai maupun laut. Rerata kepadatan kepiting bakau yang paling kecil, yakni pada tahun tanam 2003 dengan nilai 5047,62 individu/ha. Kepadatan kepiting bakau pada tahun 2003 tidak jauh berbeda dengan rerata kepadatan kepiting tahun tanam 2006 senilai 5066,67 individu/ha. Pada kedua tahun tanam ini, substrat lumpurnya sangat dalam sehingga menyulitkan kepiting bakau untuk bereproduksi. Pada substrat yang sangat dalam kepiting bakau lebih banyak beraktivitas pada akar vegetasi mangrove.

Karakteristik Habitat Mangrove

1. Suhu

Peningkatan dan penurunan suhu di perairan mangrove dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota yang ada di dalamnya. Suhu berperan sebagai pengatur proses metabolisme dan fungsi fisiologis organisme. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan.

Pada tabel 2, suhu rerata pada tahun tanam 2005 lebih tinggi dibandingkan dengan suhu rerata

pada tahun tanam 2003 dan 2006. Secara umum ketiga tahun tanam tidak memiliki perbedaan suhu yang signifikan, yakni hanya terdapat pada kisaran 27,3 – 27,9. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi vegetasi pada ketiga tahun tanam cenderung homogen. Tahun tanam 2006 memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan tahun tanam 2003 dan 2005. Hal ini disebabkan pada tahun 2006 kondisi kerapatan vegetasinya lebih rapat sehingga penutupan tajuk vegetasinya juga akan lebih rapat. Semakin rapat tutupan tajuk pada area tersebut maka akan semakin sedikit sinar matahari yang masuk sehingga suhu perairan juga lebih rendah.

2. Ketebalan Lumpur

Lumpur sebagai substrat pada ekosistem mangrove dapat menjadi parameter peningkatan jumlah biota perairan. Lumpur yang memiliki bahan-bahan organik dimanfaatkan oleh biota perairan sebagai pakan maupun sebagai tempat bersembunyi atau melindungi diri. Kepiting bakau adalah salah satu biota perairan yang sangat membutuhkan substrat lumpur yang tebal. Kepiting bakau menggunakan lumpur sebagai sarang yang dibentuk dengan adanya lubang-lubang pada lumpur.

Lumpur juga dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan vegetasi yang ada pada hutan mangrove. Pada buah *Rhizophora* yang jatuh pada lumpur akan tertancap dan memudahkan dalam beradaptasi dengan lingkungan mangrove. Pada saat gelombang atau pasang surut air laut, lumpur dapat berperan dalam mempertahankan vegetasi agar tidak goyah atau rusak akibat terjangan gelombang.

Melalui tabel 2 diketahui ketebalan lumpur pada setiap tahun tanam memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai rerata ketebalan lumpur pada tahun tanam 2006 lebih tinggi dibandingkan tahun 2005 dan 2003. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya aktivitas pasang surut air laut terhadap substrat lumpur pada tahun tanam tersebut. Sedangkan tahun tanam 2005, nilai reratanya sangat kecil dibandingkan kedua tahun tanam lainnya. Ketebalan lumpur pada tahun tanam 2005 sangat kecil karena mangrove pada area ini telah berhubungan langsung dengan pemukiman penduduk sehingga aktivitas pasang surut air laut relatif rendah.

3. pH

pH sangat berperan dalam tingkat pertumbuhan, perkembangan, serta metabolisme dari biota perairan (Mahida, 1986). Biota perairan mangrove umumnya dapat berkembang dengan baik pada lingkungan yang memiliki pH diatas 7 sehingga nilai pH air sangat perlu diperhatikan dalam pengelolaan biota perairan mangrove.

Tabel 2 menunjukkan tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 memiliki pH pada kisaran 7,10 – 7,22 yang tergolong basa. Biota perairan memang lebih

menyukai kondisi perairan pada kisaran pH 7 – 8,5. Sedangkan, nilai pH yang sesuai bagi kehidupan kepiting bakau adalah sebesar 7,2 – 7,8 (Kordi, 1997). Pada kisaran pH tersebut dapat merangsang pertumbuhan pangan kepiting bakau.

Tabel. 2 Karakteristik Habitat Mangrove pada Lokasi Penelitian

TAHUN TANAM	SUHU (°C)	KETEBALAN LUMPUR (cm)	DO (mg/l)	SALINITAS (‰)	PH
2006	28	39	0.48	33	7
2006	27	37	1.67	33	7
2006	27	53	0.78	33	7
2006	28.5	32	3.23	36	7
2006	28	75	2.69	35	7
2006	27	126	1.74	32	7
2006	28	102	0.17	35	7
2006	25	106	0.41	32	8
2006	28	108	2.15	32	7
2006	27	154	3.48	32	8
2006	26	157	1.08	32	7
2006	27	160	3.75	32	7
2006	27	152	0.8	32	7
2006	28	148	0.44	32	7
2006	28	152	0.26	32	8
Rerata	27.30	106.73	1.54	32.9	7.20
2005	28	52	0.19	33	7
2005	26	51	2.3	32	7
2005	27	48	2.89	33	7
2005	29	45	2.01	33	7
2005	29	38	1.97	33	7
2005	28	58	5.18	34	8
2005	29	21	0.56	35	8
2005	28	34	3.31	34	7
2005	27	37	0.39	12.8	8
2005	29	20	3.7	32	7
2005	30	28	1.25	32	7
2005	29	35	3.41	33	8
2005	28	35	1.78	47	7
2005	27	27	1.69	35	7
2005	27	25	1.68	36	7
2005	26	25	4.44	48	7
2005	27	23	2.85	35	7
2005	27	32	1.78	35	7
Rerata	27.83	35.22	2.30	34	7.22
2003	27	23	0.5	43	7
2003	26	81	1.9	40	8
2003	26	100	2.45	39	8
2003	27	70	2.68	39	7
2003	28	75	1.45	42	7
2003	28.5	85	2.85	40	7
2003	29	75	1.36	38	7
2003	29	76	2.59	36	7
2003	27	34	1.88	37	7

2003	27	32	0.93	37	7
2003	26	65	0.8	46	7
2003	27	153	0.52	43	7
2003	27	30	1.7	44	7
2003	28	100	1.02	42	7
2003	28	38	2.81	42	7
2003	29	73	0.58	51	7
2003	28	81	0.8	32	7
2003	29	123	2.52	45	7
2003	28	127	0.96	44	7
2003	28	110	0.41	45	7
2003	30	108	1.18	47	7
Rerata	27.74	79	1.52	41.5	7.10

4. Salinitas

Hutan mangrove yang terletak pada peralihan air tawar dengan air asin tidak akan terlepas terhadap adanya salinitas (kadar garam). Salinitas adalah faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman awal pada rehabilitasi mangrove (Poedjirahajoe, 2006). Adanya kombinasi atau peralihan air tawar dengan air asin ini disebabkan oleh pasang surut dan sedimentasi dari laut maupun sungai. Berbagai biota perairan beradaptasi dengan adanya perbedaan kadar garam pada hutan mangrove.

5. Salinitas

Hutan mangrove yang terletak pada peralihan air tawar dengan air asin tidak akan terlepas terhadap adanya salinitas (kadar garam). Salinitas adalah faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman awal pada rehabilitasi mangrove (Poedjirahajoe, 2006). Adanya kombinasi atau peralihan air tawar dengan air asin ini disebabkan oleh pasang surut dan sedimentasi dari laut maupun sungai. Berbagai biota perairan beradaptasi dengan adanya perbedaan kadar garam pada hutan mangrove.

Pada tabel 2, tahun tanam 2003 dengan rerata 41,5 ‰ memiliki salinitas yang paling tinggi dibandingkan dengan tahun tanam lainnya. Hal ini disebabkan tahun tanam 2003 merupakan kawasan yang terdekat ke laut sehingga sangat dipengaruhi oleh kadar garam yang berasal dari laut. Sedangkan tahun tanam 2006 dengan rerata 32,9 ‰ memiliki salinitas yang paling rendah. Salinitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perkembangan biota perairan terganggu. Dan sebaliknya apabila salinitas terlalu rendah juga akan mengganggu pertumbuhan biota perairan. Kepiting bakau umumnya dapat menahan kadar garam yang tinggi maupun rendah yang mengakibatkan mereka cukup mendominasi spesies makrobenthos baik pada sungai maupun pantai.

6. Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen*)

Salah satu faktor fisik kimia perairan yang mempengaruhi lingkungan hutan mangrove adalah

oksigen terlarut. Peranan oksigen terlarut sangat penting terutama dalam proses respirasi organisme-organisme yang hidup pada perairan mangrove. Oksigen perairan biasanya diperoleh dari hasil fotosintesis biota perairan yang berperan sebagai produsen seperti *fitoplankton* dan juga dari tumbuhan air (Mahida, 1986). Semakin tinggi jumlah oksigen terlarut dalam suatu perairan, maka semakin tinggi kualitas air yang dimiliki perairan tersebut.

Pada tabel 2 tahun tanam 2005 memiliki jumlah rerata oksigen terlarut yang paling tinggi dibandingkan tahun tanam 2003 dan 2006. Hal ini disebabkan oleh vegetasi pada tahun tanam 2005 tidak terlalu rapat sehingga sinar matahari dapat dengan mudah masuk ke dalam perairan yang mengakibatkan fitoplankton berfotosintesis secara maksimal. Dengan proses fotosintesis tersebut, jumlah oksigen terlarut yang terbentuk akan lebih tinggi. Selain itu, tahun tanam 2005 juga memiliki lokasi yang sangat dekat dengan perairan terbuka sehingga proses pergantian air terjadi lebih cepat dan mempengaruhi jumlah oksigen yang terkandung di dalamnya.

Jumlah oksigen terlarut yang paling rendah, yakni pada tahun tanam 2003 dengan rerata 1,52 mg/l sedikit lebih rendah dibandingkan oksigen terlarut pada tahun tanam 2006 dengan rerata 1,54 mg/l. Rendahnya jumlah oksigen terlarut ini dapat diakibatkan adanya lumpur yang cukup tebal sehingga kondisi perairan menjadi anoksik. Keadaan lumpur yang semakin tebal dapat menyebabkan keadaan lingkungan menjadi lebih anoksik karena oksigen terlarut yang ada digunakan oleh bakteri aerob secara berlebihan (Poedjirahajoe, 1996).

Pengaruh Karakteristik Habitat Mangrove terhadap Kepadatan Kepiting Bakau

Pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan kepiting bakau dianalisis secara keseluruhan untuk ketiga kawasan rehabilitasi, yakni tahun tanam 2003, 2005, dan 2006. Karakteristik habitat mangrove pada penelitian ini adalah suhu, ketebalan lumpur, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO). Dengan menganalisis karakteristik habitat tersebut, diharapkan adanya data yang dapat menjelaskan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kepadatan kepiting bakau.

Hasil yang diperoleh melalui analisis regresi linier berganda adalah sebagai berikut.

Ringkasan Model

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Model	R	R ²	R ² yang disesuaikan	Estimasi Std eror
1	0,809 ^a	0,654	0,633	0,316

a. Prediktor : (Constant), salinitas, ketebalan lumpur, suhu

Model	Jumlah Kuadrat	df	Rerata Kuadrat	F	Signifikansi	
1	Regresi	9,453	3	3,151	31,53	0,000 ^b
	Residual	4,997	50	0,100		
	Total	14,450	53			

a. Variabel terikat : Kepadatan Kepiting
 b. Prediktor : (Constant), Salinitas, Ketebalan Lumpur, Suhu

Tabel 3 dapat menjelaskan adanya pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan kepiting. Pada nilai ANOVA^a, diketahui nilai signifikansi 0,000 < 0,05 yang berarti bahwa model yang digunakan dapat meramalkan output (Y) berupa rerata kepadatan kepiting bakau. Model persamaan regresi linier berganda yang didapatkan adalah sebagai berikut.

$$Y = 3,447 - 0,044X_1 - 0,009X_2 - 0,230X_3$$

Adanya pengaruh yang diberikan oleh karakteristik habitat mangrove terhadap kepadatan kepiting bakau juga dapat dilihat melalui koefisien korelasinya (R). Pada tabel ringkasan model nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,809 yang menunjukkan bahwa korelasi antara kepadatan kepiting (Y₁) dengan suhu (X₁), ketebalan lumpur (X₂), dan salinitas (X₃) termasuk kategori sangat kuat. Semakin nilai korelasi (R) mendekati 1, maka pengaruh antara variabel akan semakin kuat. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh (R²) sebesar 0,654 sehingga dapat diartikan variabel suhu, ketebalan lumpur, dan salinitas mampu memengaruhi rerata kepadatan kepiting sebesar 65,4%.

Perbedaan Variabel Pada Tiga Tahun Tanam

Perbedaan variabel pada tiga tahun tanam dapat dijelaskan melalui uji tingkat signifikansi pada setiap tahun tanam. Uji beda ini dilakukan dengan membandingkan setiap variabel baik variabel terikat maupun variabel bebas dari ketiga tahun tanam. Analisis ini menggunakan analisis varians atau yang lebih dikenal dengan ANOVA. Hasil analisis varians terhadap tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Varians Kesamaan Variabel Ketiga Tahun Tanam

Tes Kesamaan Varians

	Levene Statistik	df1	df2	Sig.
SUHU	1.021	2	51	.367
KETEBALAN LUMPUR	11.200	2	51	.000
DO	1.947	2	51	.153
SALINITAS	2.286	2	51	.112
PH	2.887	2	51	.065
RERATA KEPITING BAKAU	.067	2	51	.936

Berdasarkan analisis yang diperoleh pada tes kesamaan varians (Tabel 4) dihasilkan bahwa hanya ketebalan lumpur satu-satunya variabel yang memiliki signifikansi < 0,05 sedangkan untuk variabel yang lain berada pada nilai > 0,05. Dengan begitu, variabel ketebalan lumpur dapat dilanjutkan dengan uji Tukey HSD sebagai berikut.

KETEBALAN LUMPUR

Tukey HSD

PU	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2005	18	35.22		
2003	21		79.00	
2006	15			106.73
Sig.		1.000	1.000	1.000

Pada tabel uji lanjut Tukey HSD diatas, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada ketiga tahun tanam. Nilai rerata ketebalan lumpur pada tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 masing-masing 79 cm, 35,22 cm, dan 106,73 cm. Berdasarkan analisis tersebut dapat diketahui bahwa hanya variabel ketebalan lumpur yang memiliki variansi yang berbeda.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Kerapatan vegetasi pada tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 masing-masing adalah 1733,33 individu/ha, 1488,88 individu/ha, dan 1009,52 individu/ha. Zonasi yang memiliki kerapatan paling tinggi adalah zona belakang pada tahun tanam 2006 dengan nilai rerata 2160 individu/ha. Sedangkan zonasi yang memiliki kerapatan vegetasi terendah adalah zona depan pada tahun tanam 2003 dengan nilai rerata hanya mencapai 800 individu/ha. Rehabilitasi hutan mangrove di Desa Bedono harus dilakukan secara berkelanjutan agar pengelolaannya dapat dilakukan secara optimal.
2. Kepadatan kepiting bakau pada tahun tanam 2003, 2005, dan 2006 masing-masing adalah 5047,62 individu/ha, 12111,11 individu/ha, dan 5066,67 individu/ha. Pengaruh karakteristik habitat mangrove dengan kepadatan kepiting

diperoleh melalui analisis regresi linier berganda menghasilkan persamaan $Y = 3,447 - 0,044X_1 - 0,009X_2 - 0,230X_3$. Adapun nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,809 dan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,654. Pada analisis varians hanya ketebalan lumpur yang memiliki perbedaan signifikan, yakni dengan probabilitas $0,000 < 0,05$.

Saran

1. Perlu dilakukan penanaman vegetasi mangrove secara berkala agar kerapatan vegetasi mangrove semakin meningkat dan manfaatnya dapat dinikmati oleh masyarakat khususnya dalam peningkatan kepiting (*Scylla serrata*).
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengamati faktor-faktor fisik dan kimia perairan lain yang dapat mempengaruhi kepadatan kepiting bakau. Faktor-faktor tersebut diantaranya perakaran mangrove, kadar nitrogen dan fosfor, dan lain-lain.

REFERENSI

Afrianto E, E Liviawaty. 1993. *Pemeliharaan Kepiting*. Kanisius. Yogyakarta.

Cholik F., A. Hanafi. 1991. A review of the status of the mud crab (*Scylla sp.*) fishery and culture in Indonesia. *Reports of The Seminar on The Mud Crab Culture and Trade*. Surat Thani, Thailand, November 5-8 1991.

Destiana. 2012. *Klasifikasi Mangrove Berdasarkan Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrobenthos di Taman Nasional Baluran*. Tesis S-2. Yogyakarta: UGM.

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta

Gunarto. 2004. *Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung SumberHayati Perikanan Pantai*. Balai Riset Perikanan Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. Jurnal Biodiversitas, 7 (1) : 67-72.

Huda, N. (2008). *Strategi Kebijakan Pengelolaan Mangrove Berkelanjutan di Wilayah Pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi*. Semarang: Tesis Universitas Diponegoro.

Juwana S. 2004. *Penelitian Budidaya Rajungan dan Kepiting: Pengalaman Laboratorium dan Lapangan*. Budi Setyawan, W. et al. Editor. *Interaksi daratan dan Lautan: pengaruhnya terhadap sumberdaya dan lingkungan*. *Prosiding Simposium Interaksi Daratan dan Lautan*. LIPI Press. Jakarta. 428-473.

Kordi. 2012. *Ekosistem Mangrove : Potensi, Fungsi dan Pengelolaan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Kuntiyono, Z. Arifin dan T. Supratomo. 1994. *Pedoman Budidaya Kepiting Bakau (Scylla serrata) di Tambak*. Direktorat Jenderal

- Perikanan, Balai Budidaya Air Payau, Jepara.
- Kustanti. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. IPB Press. Bogor.
- Mahayani, N. P. D. 2002. *Perbedaan Beberapa Pola Silvofishery Terhadap Sifat Fisik-Kimia dan Biota Perairan Di Area Mangrove Desa Grinting, Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes. Skripsi*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV Rajawali : Jakarta.
- Moosa M.K, I. Aswandy dan A Kasry. 1985. *Kepiting Bakau Scylla serrata (Forsk.,1775) dari Perairan Indonesia*. Sumberdaya Hayati Perairan LONLIPI. Jakarta. 18 hal.
- Motoh H. 1979. *Edible crustaceans in Philippines*, 11th in A series. Asian Aquaculture 2:5.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Poedjirahajoe. 1996. *Peran Perakaran Rhizophora mucronata dalam Perbaikan Habitat Mangrove di Kawasan Rehabilitasi Mangrove Pantai Pemalang*. Buletin Kehutanan No. 30. Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Poedjirahajoe E. 2006. *Klasifikasi lahan potensial untuk rehabilitasi mangrove di Pantai Utara Jawa Tengah (Rehabilitasi mangrove menggunakan jenis Rhizophora mucronata)*. Disertasi (Tidak dipublikasikan). Ilmu Kehutanan, Program Pascasarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Poedjirahajoe, E. 2007. *Sosialisai Konservasi Kawasan Mangrove di Pantai Utara Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah*. Laporan Penelitian. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.
- Soim, A. 1999. *Pembesaran Kepiting*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Whitten, A. J., Mustafa, M., dan S. H. Gregory. 1987. *Ekologi Sulawesi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Whitten, T., R. E. Soeriatmodjo dan S. A. Afif. 1999. *Ekologi Jawa Bali*. Jakarta : Prenhallindo
- Widaningrum, R. 1994. *Toleransi kepiting bakau terhadap perubahan salinitas air*. Yogyakarta : Lembaga Penelitian UGM Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Tidak Diterbitkan.

Internet

- Muskar Y. F.2007. *Mempersiapkan Kepiting menjadi Komoditas Andalan*. Pusat Informasi & Data PSDA Sulawesi. <http://www.lestari-m3.org>