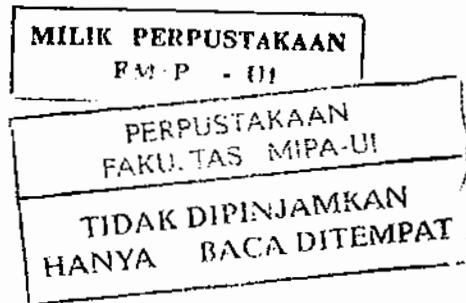


**STUDI EKOLOGI TAMBAK MANGROVE DESA BLANAKAN
KABUPATEN SUBANG JAWA BARAT**

JONI HARYADI D

0606037462



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPOK
2009**

**STUDI EKOLOGI TAMBAK MANGROVE DESA BLANAKAN
KABUPATEN SUBANG JAWA BARAT**

DISERTASI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Doktor**

Oleh:

JONI HARYADI D


0606037462



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPOK
2009**

JUDUL : STUDI EKOLOGI TAMBAK MANGROVE DESA BLANKAN
KABUPATEN SUBANG JAWA BARAT
Nama : JONI HARYADI D
NIM : 0606037462

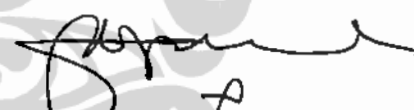
MENYETUJUI :

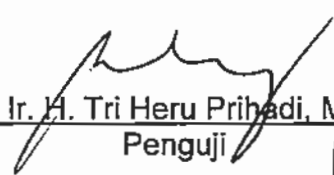

Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.
Promotor


Dr. rer.nat. Mufti P. Patria, M.Sc.
Ko-Promotor


Dr. Muhadiono, M.Sc.
Ko-Promotor


Dr. Kukuh Nirmala, M.Sc.
Penguji


Dr. rer.nat Yasman, M.Sc.
Penguji


Dr. Ir. H. Tri Heru Prihadi, M.Sc.
Penguji

Ketua Program Studi Biologi
Program Pascasarjana




Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M.Biomed.

Ketua Program Pascasarjana
FMIPA-UI


Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.

Name : Joni Haryadi D (0606037462)

16 November 2009

Title : **STUDI EKOLOGI TAMBAK MANGROVE
DESA BLANAKAN KABUPATEN SUBANG JAWA BARAT**

Promotor : Dr. Adi Basukriadi, M.Sc

Co-Promotor : Dr. rer.nat. Mufti P. Patria, M.Sc ; Dr. Muhadiono, M.Sc.

SUMMARY

Mangrove ecosystem has been studied by many researchers in several topics, such as mangrove density, litter production and decomposition rate, nutrients dynamic, and structure of aquatic organism communities. Since their studies are incomplete, the comprehensive study about mangrove ecology as a unity of vegetations, water and sediment environments, and their relationships on the aquatic organisms, specifically plankton and infaunal macrobenthic need more attention. The research was conducted at Blanakan mangrove pond from March – October 2008 which divided into 4 sampling site such as tambak terbuka (TB), tambak tumpang sari (TS), tambak tanah timbul (TT) and tambak perhutani (TP). The aims of this research were to know and to analyse; (1) standing stock, structure, and composition of mangrove vegetation at Blanakan mangrove pond, (2) production and decomposition of mangrove litter, (3) abiotic factors, (4) the potency of nutrients, (5) the structure of plankton and infaunal macrobenthic

communities , and (6) production of black tiger shrimp at Blanakan mangrove pond.

Sampling of mangrove vegetation was conducted using quadrant method with interval distance 10 m. Observation of litter production was begun with putting four litter traps which 1x1 m size on the dominant mangrove species. Litter decomposition was evaluated with placed the 30 g of litters on the water column at each sampling site. The nutrients on decomposed litter were also reported. The data were analyzed by F test and continued by Least Significant Difference (LSD). The result showed that *empang parit* was applied at Blanakan mangrove pond with black tiger shrimp and milkfish. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. 1907 was the dominant mangrove at Blanakan mangrove pond. The density of *A. marina* trees and poles were 168-200 ind/ha and 175-355 ind/ha respectively, while the percentage of land cover was 40-80. The condition of mangrove forest at Blanakan mangrove pond was good. Leaf litter production at TS, TT, and TP showed nonsignificant different ($p>0.05$), it was 15.89-21.67 ton/ha/year, while the rate of leaf litter decomposition also nonsignificant different ($p>0.05$), it was 0.05-0.081 per two weeks. The content of carbon at TS, TT, and TP showed significant different ($p<0.05$), but nitrogen and phosphor showed nonsignificant ($p>0.05$). The content of carbon, nitrogen, and phosphor on leaf litters were 35.31-44.14%; 0.83-1.05% and 0.04-1.0% respectively.

The abiotic factors were temperature, salinity, pH, DO, light penetration, and TDS. The data were analyzed by F test and continued by Least

Significant Difference (LSD). Plankton samples at each sampling sites were sieved using plankton net no. 25. The result showed that salinity, DO, light penetration, and TDS at TB, TS, TT, and TP were high significant different ($p < 0.01$), but temperature and pH showed nonsignificant different ($p > 0.05$). Twenty seven genera of plankton at Blanakan mangrove pond were identified. Chrysophyceae and crustacean were the dominant phytoplankton and zooplankton at Blanakan mangrove pond. The abundance of plankton was 561-5,643 ind/l, while H', E, and D were 1.51-2.34; 0.66-0.89; and 0.16-0.32 respectively. Increasing of density, leaf litter production, decompositon rate, and nutrients on litter could increase the abundance and diversity of plankton.

Sampling of sediment was conducted using *PVC corer* with 7 cm diameter and 50 cm height. The benthic samples were subjected to wet sieving through 1 mm mesh sieve to separate the benthic fauna from the sediment. The data were analyzed by F test and continued by Least Significant Difference (LSD). The result showed that the concentration of ammonium and phosphate at TB, TS, TT, and TP were high significant different ($p < 0.01$), but nitrite and nitrate showed nonsignificant different ($p > 0.05$). The concentration of ammonium, nitrite, nitrate and phosphate at Blanakan mangrove pond were 0.0075-0.6247 ppm; 0.0109-0.0289 ppm; 0.0150-0.1040 ppm and 0.0097-0.1816 ppm respectively. The content of carbon, nitrogen and phosphor on sediment at TB, TS, TT, and TP showed nonsignificant different ($p > 0.05$), it was 1.70-2,69%; 0.14- 0,18% and 0.03-0.04% respectively. Twenty five species of infaunal macrobenthic at

Blanakan mangrove pond was identified. Gastropod was the dominant infaunal macrobenthic at Blanakan mangrove pond. The abundance and diversity (H' , E , and D) of infaunal macrobenthic at TB, TS, TT, and TP showed nonsignificant different ($p > 0.05$). The abundance of infaunal macrobenthic was 17,143-40,346 ind/m³, while H' , E and D were 1.36-1.59; 0.66-0.84 and 0.26-0.35 respectively. TS was potential for black tiger shrimp culture with survival rate $13.89 \pm 0.04\%$ and spesific growth rate was $4.12 \pm 0.03\%$ each day.

xv + 236 pp.; 48 append.; 24 plates; 32 tables

Bibl.: 174 (1958-2008).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi ini, dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi doktor di Program Studi Biologi Program Pascasarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Indonesia (UI). Disertasi ini merupakan hasil penelitian mengenai ekologi tambak mangrove Blanakan, Kabupaten Subang, Jawa Barat yang dilaksanakan dari Maret - Oktober 2008 . Disertasi ini terdiri dari 3 tulisan yaitu ; (1) potensi vegetasi mangrove, serasah daun, dan dekomposisi *Avicennia marina* (Forssk) Vierh di tambak mangrove Blanakan; (2) korelasi potensi vegetasi mangrove dengan komunitas plankton dan faktor abiotik di tambak mangrove Blanakan; dan (3) potensi nutrien, makrobentos infauna , dan produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Dr. Adi Basukriadi, M.Sc. selaku Dekan dan Promotor yang telah memberikan dukungan moral dan bimbingan selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Muhadiono, M.Sc. dan Dr. rer. nat. Mufti P Patria. M.Sc . selaku Ko-Promotor yang telah memberikan bimbingan dan saran serta arahan sehingga hasil penelitian ini tersusun menjadi disertasi .

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Luthfirda Sjahfirdi dan Dr. Nisyawati selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Biologi, Program Pascasarjana yang telah membantu dengan ikhlas dan sabar dalam menyelesaikan studi ini. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh staf pengajar dan administrasi Program Studi Biologi Program Pascasarjana FMIPA-UI (Pk Adli, Mbak Eka, Evi dan Pak Titis)

Penulis menghargai bantuan yang telah diberikan oleh Dr. Susi Purbaningsih DEA, Dr. Abi Nawanto, Dr. Tri Heru Prihadi, Ir. Lies Emmawati, M.Si., Dr. Ahmad Sudradjat, Dr. Ketut Sugama, Dr. Anang Harikristanto, Dr. Angela, Hadiyanto, S.Si., Mas Agung, Mas Fuad, Haerry Rusli, S.Si, Dara, Dian Dini, dan Taofik Nurhidayanto, S.Si., Bapak Aan (petambak), Ibu Lisye, Bapak Nurhuda, Suryani, dan Dr. TB Heru serta teman – teman Pasca serjana yang baik yang selalu memberikan semangat dan rasa humor yang menyenangkan.

Kata-kata tidak akan cukup untuk mengungkapkan rasa terima kasih kepada Ayahanda H. Damanhuri dan Hj. Murni Djasad yang telah membimbing dan mendukung penulis sejak kecil, Bang Andri, Kakak Dewi, Deded dan Mertua H. Masrial dan Hj. Nurwilya Bustamam serta istri tercinta Desy Fitria, ST dan anak-anak tersayang Norin Binta Salsabila dan Syahra Binta Alafa.

Depok, November 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENGANTAR PARIPURNA	1
MAKALAH I. POTENSI VEGETASI MANGROVE, SERASAH DAUN, DAN DEKOMPOSISI <i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh. DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN	
ABSTRAK	19
PENDAHULUAN	19
MATERI DAN METODE	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
KESIMPULAN	54
UCAPAN TERIMA KASIH	55
DAFTAR ACUAN	55
LAMPIRAN	78
MAKALAH II. KORELASI POTENSI VEGETASI MANGROVE DENGAN KOMUNITAS PLANKTON DAN FAKTOR ABIOTIK DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN	
ABSTRAK	96
PENDAHULUAN	96
MATERI DAN METODE	98
HASIL DAN PEMBAHASAN	100
KESIMPULAN	122
UCAPAN TERIMA KASIH	122
DAFTAR ACUAN	123
LAMPIRAN	129

**MAKALAH III. POTENSI NUTRIEN, MAKROBENTHOS INFAUNA,
DAN PRODUKSI UDANG WINDU DI TAMBAK
MANGROVE BLANAKAN**

ABSTRAK	131
PENDAHULUAN	131
MATERI DAN METODE	134
HASIL DAN PEMBAHASAN	136
KESIMPULAN	175
UCAPAN TERIMA KASIH	176
DAFTAR ACUAN	176
LAMPIRAN	187
DISKUSI PARIPURNA.....	195
RANGKUMAN KESIMPULAN.....	210
SARAN	211
DAFTAR ACUAN UMUM	212

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Peta Provinsi Jawa Barat	9
2. Peta Kabupaten Subang, Jawa Barat	9
3. Peta Desa Blanakan, Kabupaten Subang, Jawa Barat	10
4. Posisi tambak mangrove di Desa Blanakan	11
5. Jenis-jenis tambak mangrove di Desa Blanakan	11
6. Kerangka pemikiran penelitian	15
I-1. Posisi setiap stasiun penelitian terhadap laut.....	24
I-2. Metode kuadran	25
I-3. Kerapatan tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian ..	33
I-4. Luasan penutupan lahan pada setiap stasiun penelitian	35
I-5. Produksi serasah pada setiap stasiun penelitian	37
I-6. Bobot serasah pada setiap stasiun penelitian	43
I-7. Laju dekomposisi serasah pada setiap stasiun penelitian.....	44
II-1. Komposisi plankton pada setiap stasiun penelitian	105
II-2. Indeks keragaman plankton pada setiap stasiun penelitian	111
II-3. Indeks keseragaman plankton pada setiap stasiun penelitian	112
II-4. Indeks dominansi plankton pada setiap stasiun penelitian	112

III-1. Komposisi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	150
III-2. Kelimpahan makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	152
III-3. Indeks keragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	153
III-4. Indeks keseragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	155
III-5. Indeks dominansi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	156
III-6. Sintasan udang windu pada setiap stasiun penelitian	159
III-7. Bobot akhir udang windu pada setiap stasiun penelitian	161
III-8. Pertumbuhan absolut udang windu pada setiap stasiun penelitian	162
III-9. Laju pertumbuhan spesifik udang windu pada setiap stasiun penelitian	164
III-10. Produksi udang windu pada setiap stasiun penelitian	165

DAFTAR TABEL

MILIK PERPUSTAKAAN
FMIPA - UI

	Halaman
-1. Diameter batang tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian	32
-2. Kriteria baku kerusakan mangrove	36
-3. Kualitas produksi serasah mangrove	38
-4. Karakteristik tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan	38
-5. Kualitas laju dekomposisi serasah	45
-6. Kandungan C serasah pada setiap stasiun penelitian	51
-7. Kandungan N serasah pada setiap stasiun penelitian	52
-8. Kandungan P serasah pada setiap stasiun penelitian	53
I-1. Faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian	101
I-2. Kelimpahan setiap jenis plankton pada setiap stasiun penelitian	107
I-3. Analisis korelasi (<i>Pearson correlation</i>) antara potensi tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan dengan struktur komunitas plankton	114
I-4. Kondisi perairan berdasarkan kelimpahan plankton	116
I-5. Tingkat keragaman organisme	117
I-6. Tingkat penyebaran organisme	118
I-7. Tingkat pencemaran perairan	119
I-8. Rangkuman kelimpahan, struktur komunitas, dan indeks kecemaran di tambak mangrove Blanakan	120

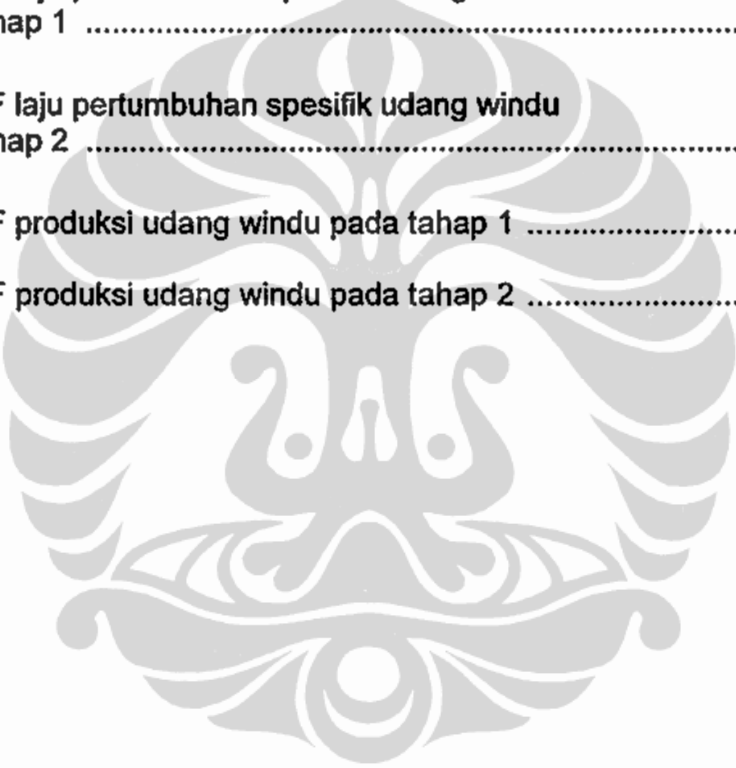
II-1. Konsentrasi N-NH ₄ pada setiap stasiun penelitian	136
II-2. Konsentrasi N-NO ₂ pada setiap stasiun penelitian	138
II-3. Konsentrasi N-NO ₃ pada setiap stasiun penelitian	139
II-4. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi N-NO ₃ ..	139
II-5. Konsentrasi P-PO ₄ pada setiap stasiun penelitian	141
II-6. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi P-PO ₄ ...	142
II-7. Kandungan C sedimen pada setiap stasiun penelitian	143
II-8. Kesuburan sedimen berdasarkan kandungan C	144
II-9. Kandungan N sedimen pada setiap stasiun penelitian	145
II-10. Tingkat kesuburan sedimen berdasarkan kandungan nitrogen sedimen	145
II-11. Rasio C/N sedimen pada setiap stasiun penelitian	146
II-12. Kandungan P sedimen pada setiap stasiun penelitian	147
II-13. Rangkuman struktur komunitas makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan	157
II-14. Faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian selama tahap 1 dan tahap 2	167
II-15. Faktor abiotik untuk budidaya udang windu	168
II-16. Kelayakan setiap stasiun penelitian untuk budidaya udang windu.....	168

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
I-1. Produktivitas primer komunitas mangrove di beberapa wilayah pesisir Pasifik dan Atlantik	79
I-2. Spesies tumbuhan mangrove di Indonesia	80
I-3a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak tumpangsari	81
I-3b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak tumpangsari	83
I-4a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak tanah timbul	85
I-4b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak tanah timbul	87
I-5a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak perhutani	89
I-5b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak perhutani	91
II-6. Produksi serasah di berbagai hutan mangrove	93
I-7. Produksi serasah daun <i>A. marina</i> di tambak tumpangsari	94
I-8. Produksi serasah daun <i>A. marina</i> di tambak tanah timbul	94
I-9. Produksi serasah daun <i>A. marina</i> di tambak perhutani	94
I-10. Hasil uji F diameter batang	94
I-11. Hasil uji F produksi serasah	95
I-12. Hasil uji F laju dekomposisi serasah	95
I-13. Hasil uji F C serasah	95
I-14. Hasil uji F N serasah	95
I-15. Hasil uji F P serasah	95
II-1. Hasil uji F suhu	130

-2. Hasil uji F pH	130
-3. Hasil uji F salinitas	130
-4. Hasil uji F konsentrasi DO	130
-5. Hasil uji F kecerahan	130
-6. Hasil uji F konsentrasi TDS	130
II-1. Kelimpahan setiap jenis makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian	188
II-2. Keragaman makrobenthos infauna setiap stasiun penelitian	189
II-3. Hasil uji F konsentrasi N-NH ₄	189
II-4. Hasil uji F konsentrasi N-NO ₂	189
II-5. Hasil uji F konsentrasi N-NO ₃	189
II-6. Hasil uji F konsentrasi P-PO ₄	189
II-7. Hasil uji F kandungan C sedimen	190
II-8. Hasil uji F kandungan N sedimen	190
II-9. Hasil uji F rasio C/N sedimen	190
II-10. Hasil uji F kandungan P sedimen	190
II-11. Hasil uji F kelimpahan makrobenthos infauna	190
II-12. Hasil uji F indeks keragaman makrobenthos infauna	191
II-13. Hasil uji F indeks keseragaman makrobenthos infauna	191
II-14. Hasil uji F indeks dominansi makrobenthos infauna	191
II-15. Hasil uji F sintasan udang windu pada tahap 1	191
II-16. Hasil uji F sintasan udang windu pada tahap 2	191

III-17. Hasil uji F bobot akhir udang windu pada tahap 1	192
III-18. Hasil uji F bobot akhir udang windu pada tahap 1	192
III-19. Hasil uji F pertumbuhan absolut udang windu pada tahap 1	192
III-20. Hasil uji F pertumbuhan absolut udang windu pada tahap 2	192
III-21. Hasil uji F laju pertumbuhan spesifik udang windu pada tahap 1	192
III-22. Hasil uji F laju pertumbuhan spesifik udang windu pada tahap 2	193
III-23. Hasil uji F produksi udang windu pada tahap 1	193
III-24. Hasil uji F produksi udang windu pada tahap 2	193





PENGANTAR PARIPURNA

Latar belakang

Mangrove merupakan ekosistem terpadu dari dua ekosistem, yaitu ekosistem daratan dan lautan (Hilmi 2005). Ekosistem mangrove pada pesisir subtropis dan tropis mempunyai peranan sangat penting sebagai sumber bahan organik dan nutrien ke perairan pantai, pesisir, dan lautan pada skala global (Dittmar *et al.* 2006).

Mangrove merupakan suatu varietas dari komunitas pantai yang didominasi oleh beberapa spesies pohon dan semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan asin (Nybakken 1988). Ekosistem mangrove tersusun oleh beberapa tumbuhan yang termasuk dalam kelompok Rhizophoraceae, Meliaceae, Combretaceae, Sonneratiaceae, Euphorbiaceae dan Sterculiaceae. Sementara itu, pada zona ke arah darat ditumbuhi oleh jenis paku-pakuan, seperti *Acrostichum aureum* (Nuryanto 2003).

Hampir 75% tumbuhan mangrove hidup di antara 35°LU-35°LS dan banyak terdapat di beberapa daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan bukan musiman (McGill 1958). Mangrove hidup di daerah antara level pasang naik tertinggi (*maximum spring tide*) sampai level di sekitar atau di atas permukaan laut rata-rata (*mean sea level*) (Supriharyono 2007).

Bengen (2001) menambahkan bahwa kawasan mangrove banyak ditemukan di pantai-pantai teluk dangkal, estuaria, delta, dan daerah pantai terlindung.

Peran mangrove yang unik dan tidak dapat digantikan oleh kawasan ekosistem lain adalah sebagai mata rantai siklus unsur hara yang penting bagi beberapa organisme akuatik. Secara umum, kawasan mangrove dikenal memiliki produktivitas tinggi dan banyak mendukung ekosistem luarnya. Dua hal penting yang saling berkaitan adalah siklus materi di dalam mangrove dan produktivitas mangrove. Siklus materi mencakup impor dan ekspor bahan-bahan organik yang masih ada atau keluar dari ekosistem (Indiarto *et al.* 1990). Transportasi nutrisi tersebut melalui partikel-partikel organik ataupun endapan lumpur yang terbawa dari hulu akibat erosi (Gunarto 2004).

Menurut Yani (2005), mangrove merupakan ekosistem utama pendukung kehidupan di wilayah pesisir dan lautan. Hasil studi Anwar *et al.* (1984), Sumana (1985), dan Kusmana (2003) terdapat tiga fungsi utama kawasan mangrove. Fungsi fisik kawasan mangrove adalah melindungi lingkungan dari pengaruh oseanografi (pasang surut, arus, angin topan, dan gelombang), mengendalikan abrasi, mempercepat perluasan lahan, mengolah bahan limbah, dan mencegah intrusi air laut ke darat. Fungsi biologi kawasan mangrove adalah sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*), dan daerah pemijahan (*spawning ground*) beragam jenis ikan dan udang, serta merupakan penyuplai nutrisi di pantai. Fungsi ekonomi kawasan mangrove adalah sebagai sumber kayu kelas satu, bubur kayu, bahan kertas, *chips* dan arang, pembuatan garam, serta rekreasi.

Amarangsinghe & Balasuramanian (1992) menyatakan bahwa antara kawasan mangrove, produktivitas laut, serta pesisir memiliki hubungan positif, yaitu keberadaan mangrove memiliki peran sangat penting sebagai penyumbang produktivitas primer kotor yang sangat besar.

Secara ekologi, perairan mangrove juga menyediakan bahan organik dan nutrisi melalui produksi dan dekomposisi serasah bagi berbagai organisme akuatik di sekitar mangrove (Nga 2004). Tumbuhan mangrove terutama daunnya memberikan banyak manfaat bagi organisme sekitar. Sekitar 5% total produksi daun dikonsumsi langsung oleh kelompok herbivor seperti larva lepidoptera, sedangkan 95% masuk ke lingkungan perairan sebagai debris atau detritus dari serasah atau gugur daun (Heald 1969; Onuf *et al.* 1977; Robertson 1991). Lebih lanjut, dilaporkan bahwa sekitar 30% hingga 80% daun mangrove yang jatuh ke perairan dikonsumsi langsung oleh kepiting (Micheli 1993), seperti kepiting *Sesarma messa* (Robertson 1986), *Chiromanthes* spp. (Lee 1989a), serta beberapa jenis crustacea dan molluska (Mokolensang & Tokuyama 1998).

Menurut Lugo & Snedaker (1974) dan May (1999), produksi serasah merupakan komponen penting dalam proses ekologi kawasan mangrove. Produksi serasah merupakan komponen produktivitas primer bersih (Bunt *et al.* 1979), petunjuk dinamika kanopi (Duke 1990; Clarke 1994), dan elemen penting dalam siklus nutrisi pada ekosistem mangrove (Robertson 1992; Li 1997; Wafar *et al.* 1997; Mokolensang & Tokuyama 1998).

Dalam proses dekomposisi, sejumlah besar serasah dalam bentuk guguran daun, ranting, dan potongan lain, kemudian mengalami penguraian atau dekomposisi. Mason (1976) menyatakan bahwa dekomposisi merupakan proses perombakan zat-zat organik secara fisik dipecah dan diubah menjadi zat kimia yang lebih sederhana, sehingga terbentuk CO₂, air, dan pembebasan energi. Chapman (1977) menambahkan bahwa dekomposisi merupakan suatu peristiwa interaksi kompleks antara proses fisika, kimia, dan biologi.

Secara umum, dekomposisi serasah mencakup tiga proses, yaitu: (1) fragmentasi karena faktor abiotik, (2) pencucian, dan (3) penguraian melalui aktivitas mikroba (Stewart dan Davies 1989; Lee *et al.* 1990; Robertson *et al.* 1992; Chale 1993). Pada proses pencucian, sejumlah besar substansi dilepaskan dan meningkatkan *Dissolved Organic Matter* (DOM) (Benner *et al.* 1990). Potasium dan karbohidrat merupakan substansi yang cepat mengalami pencucian, sedangkan tanin relatif lebih lama (Kathiseran & Bingham 2001). Setelah tanin terlepas dari serasah, proses dekomposisi berlangsung lebih cepat karena populasi mikroba meningkat (Steinke *et al.* 1990; Rajendran 1997; Rajendran & Kathiseran 1999).

Jamur dan bakteri merupakan mikroba penting dalam proses dekomposisi serasah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa populasi dan aktivitasnya menentukan cepat lambatnya proses dekomposisi (Cundell *et al.* 1979; Mahasneh 2001; Anandha & Sridhar 2004; Rajendran & Kathiseran 2007). Proses tersebut dipercepat oleh aktivitas makan beberapa

hewan avertebrata (Camilleri 1992; Nordhaus *et al.* 2006). Meskipun demikian, dekomposisi serasah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pasang surut, konsentrasi oksigen, suhu, dan jenis tumbuhan mangrove (Benner & Hodson 1985; Twilley *et al.* 1986; Steinke & Ward 1987; Robertson 1988; Chale 1993; Mackey & Smail 1996).

Dekomposisi serasah berkontribusi terhadap produksi bahan organik terlarut atau *Dissolved Organic Matter* (DOM) dan mendaur nutrisi untuk tumbuhan itu sendiri ataupun habitatnya. Setelah proses dekomposisi, sejumlah nutrisi seperti nitrogen dan fosfor diangkut ke ekosistem estuaria dan lautan (Holmer & Olsen 2002). Bahan yang telah terurai itu, selanjutnya diserap oleh organisme autotrof sebagai produsen primer yang sebagian di antaranya berupa mikroba. Organisme autotrof dikonsumsi oleh kelompok organisme heterotrof seperti ikan, udang, moluska, dan hewan air lainnya. Menurut Soejarwo (1978), sekitar 90% detritus menghasilkan 35-60% nutrisi yang terlarut di pantai. Detritus dari serasah mangrove adalah sumber energi utama untuk kehidupan bentik laut, seperti hewan-hewan *filter-feeding*, moluska, dan kopepoda (Findlay & Tonore 1982; Rao & Nair 1984; Athithan & Ramadhas 2000; Supriharyono 2007).

Keberadaan organisme tersebut menjadikan perairan mangrove sebagai daerah pemijahan (*spawning*), perawatan (*nursery*), dan mencari makan (*feeding*) beberapa udang dan ikan ekonomis penting (Sasekumar *et al.* 1992; Lee 1995; Rasolofa 1997; Slim *et al.* 1997; Athithan & Ramadhas 2000). Beberapa jenis komoditas perikanan yang secara langsung

bergantung pada habitat mangrove antara lain: kakap (*Lates calcacifer*) dan kepiting bakau (*Scylla serrata*) (Noor *et al.* 1999). Tresna (2002) melaporkan bahwa terdapat 45 jenis dari 27 famili ikan yang tertangkap di perairan mangrove Teluk Jakarta. Beberapa jenis udang penaeid di Indonesia seperti *Penaeus indicus*, *P. merguensis*, *P. monodon*, dan *P. semisulcatus* juga tergantung pada ekosistem mangrove (Chong *et al.* 1990; Djamali 1991; Pirzan *et al.* 2001).

Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi dan perairan relatif tenang, merupakan tempat ideal bagi pertumbuhan mangrove (Direktorat Bina Pesisir 2007). Luas kawasan mangrove di Indonesia mencapai 75% dari total mangrove Asia Tenggara, atau sekitar 27% dari luas mangrove di dunia dan merupakan daerah potensial untuk pengembangan tambak. Luas tambak Indonesia pada tahun 2002 mencapai 360.239 ha dengan produksi 473.128 ton atau 41,61% dari produksi perikanan nasional (Departemen kelautan dan Perikanan 2004).

Guna meningkatkan produksi perikanan payau, upaya konversi mangrove untuk lahan tambak terus ditingkatkan menjadi 458.000 ha (Ahmad 2006; Mustafa *et al.* 2006). Pembukaan kawasan mangrove untuk pengembangan budidaya udang telah banyak dilakukan di Asia Tenggara terutama pada tahun 1990-an (Nga 2004). Konversi kawasan mangrove pada tahun 1990-an secara intensif terjadi di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi (Gunarto 2004). Laporan Inoue *et al.* (1999) menunjukkan bahwa pada tahun 1999, luas kawasan mangrove yang telah dikonversi

menjadi pertambakan mencapai 840.000 ha. Hasil penelitian P3O LIPI & Pusfatja LAPAN (2000) menunjukkan bahwa rasio kawasan mangrove dengan tambak di pesisir utara Pulau Jawa cukup mengkhawatirkan. Rasio kawasan mangrove dengan tambak di pesisir utara Jawa Barat dan DKI sebesar 16% : 84%, di pesisir utara Jawa Tengah sebesar 3% : 97%, dan di pesisir utara Jawa Timur sebesar 27% : 73%.

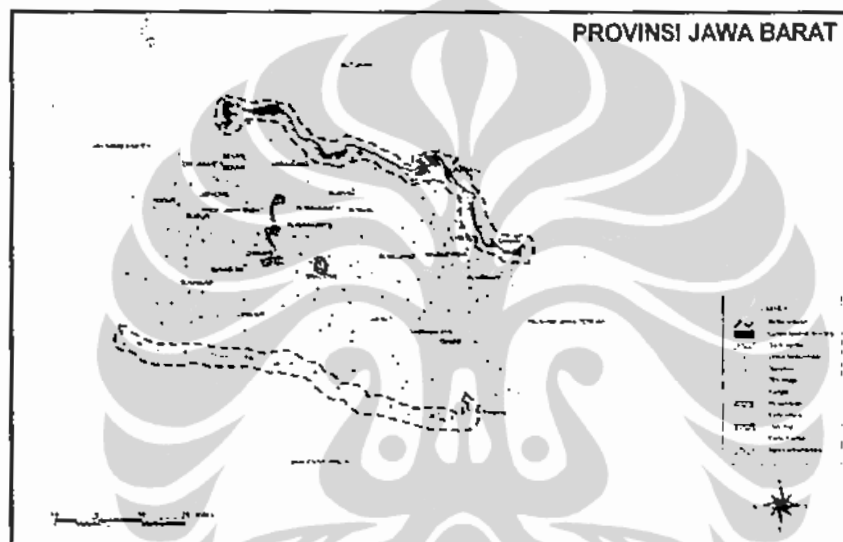
Konversi lahan mangrove untuk pertambakan yang melebihi kapasitas alami menyebabkan kerusakan lingkungan dan kegiatan budidaya (Bengen 2004). Kawasan mangrove yang telah dikonversi menjadi lahan tambak hanya 30% yang berfungsi produktif, sedangkan sisanya terlantar dan selalu mengalami pengikisan oleh ombak karena tidak ada reboisasi atau penanaman kembali pada areal tambak hasil konversi yang tidak produktif (Saru 2007). Kerusakan mangrove mengakibatkan menurunnya stok perikanan dan penyediaan benih alami, menurunnya kualitas air laut yang digunakan sebagai media budidaya tambak dan keramba, dan menurunnya hasil tangkapan nelayan setempat (Bengen 1998; Graaf & Xuan 1998; Naylor *et al.* 2001; Gunarto 2004). Akibat limbah dari sisa pakan, penggunaan pestisida dan pupuk anorganik, serta aktivitas pengalihan fungsi lahan, budidaya udang windu pada tambak Indonesia mengalami kegagalan sejak tahun 1995, sehingga produksi menurun dari 180,000 ton menjadi 80,000 ton pada tahun 2001 (Sugama 2002). Ahmad & Mangampa (2000) dan Ahmad (2006) menyatakan bahwa kegagalan produksi udang windu akibat serangan penyakit baik bakterial maupun viral merupakan akibat praktek budidaya

yang tidak mempertimbangkan daya dukung dan konversi kawasan mangrove tanpa memerhatikan fungsi keberadaan ekosistem mangrove di perairan pesisir. Dampak lain adalah menurunnya keanekaragaman hayati organisme akuatik (Sontirat 1989; Soeriaatmadja 1997).

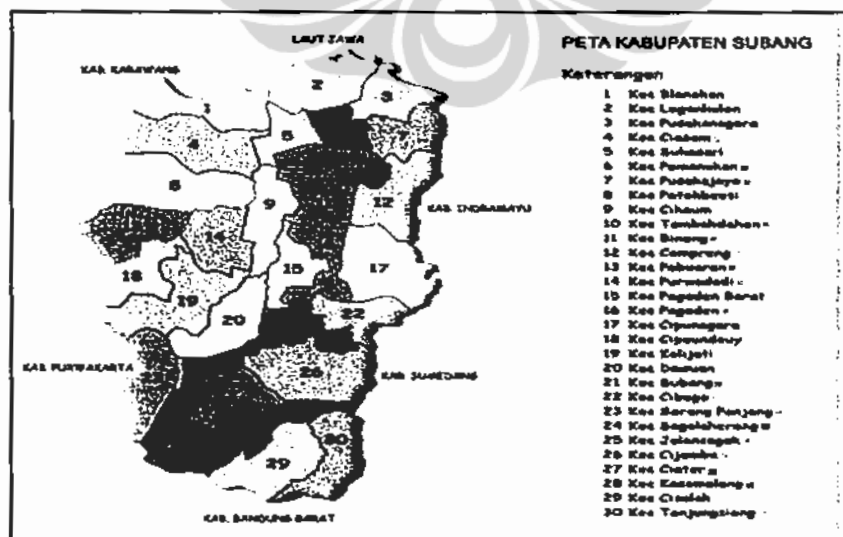
Berdasarkan permasalahan tersebut, upaya perlindungan kawasan di kawasan pesisir merupakan isu penting pada tahun-tahun ini (Loi *et al.* 2002) dan agar terjadi sinergi ekosistem mangrove dengan fungsi ekonomi, ekologi, maupun konservasi dapat diketahui dan dimanfaatkan bagi pembangunan pesisir secara lestari. Ahmad *et al.* (2001) menyarankan bahwa 40% tambak perlu dikonversi kembali menjadi kawasan mangrove guna mengembalikan fungsi mangrove sebagai biofilter. Sistem budidaya tambak yang tepat untuk kawasan mangrove adalah budidaya tambak mangrove, yaitu perpaduan antara budidaya tambak dan kawasan mangrove (Ahmad *et al.* 2003). Hal serupa juga disampaikan oleh Nuryanto (2003) yang menyatakan bahwa upaya perbaikan lingkungan pantai dengan penanaman kembali tanaman mangrove di kawasan tambak merupakan alternatif paling baik untuk mengembalikan posisi produksi udang windu secara berkelanjutan.

Salah satu kawasan yang mencoba menerapkan tambak mangrove adalah Desa Blanakan Kabupaten Subang Jawa Barat (Gambar 1-3). Kawasan mangrove di Desa Blanakan merupakan hasil *replanting* dan rehabilitasi Perum Perhutani Unit III Jawa Barat sekitar 20 tahun yang lalu. Luas Desa Blanakan mencapai 980.460 ha, mempunyai batas-batas sebagai berikut: sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah selatan

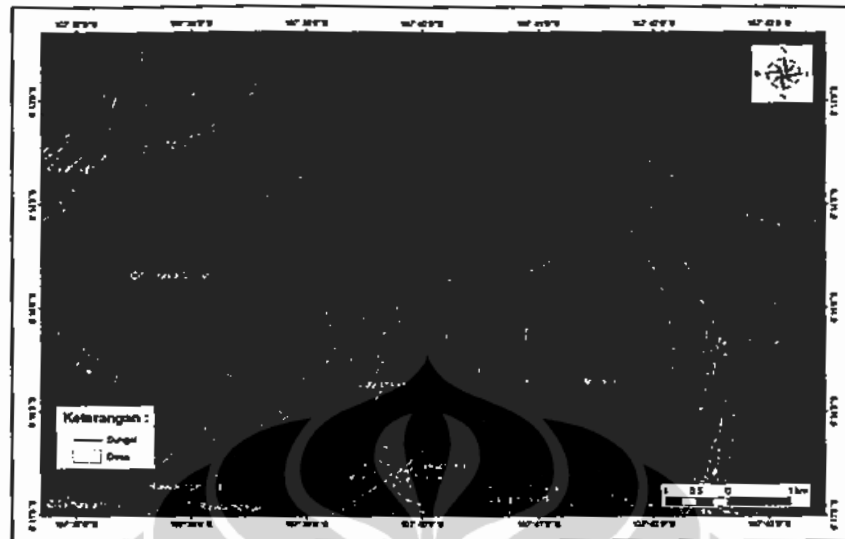
dengan Desa Ciasem Baru, sebelah timur dengan Desa Langensari, dan sebelah barat dengan Desa Jayamukti dan Rawamekar. Berdasarkan catatan data iklim, diketahui bahwa suhu rata-rata harian di Desa Blanakan adalah 32°C dan kelembaban udara mencapai 32%. Jumlah hari hujan rata-rata 180 hari/tahun dan ketinggian curah hujan sekitar 2,800 mm/tahun.



Gambar 1. Peta Provinsi Jawa Barat

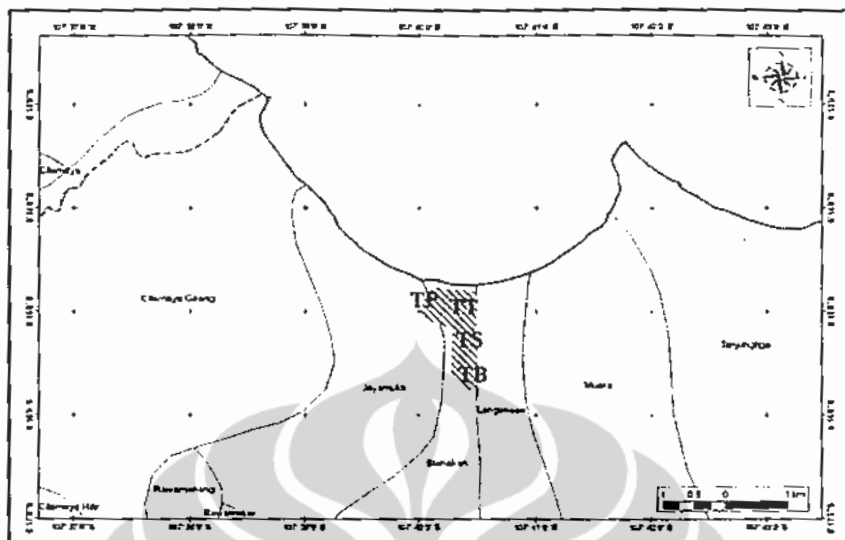


Gambar 2. Peta Kabupaten Subang, Jawa Barat



Gambar 3. Peta Desa Blanakan, Kabupaten Subang, Jawa Barat

Jenis tambak mangrove Desa Blanakan terdiri dari empat macam, yaitu: tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani (Gambar 4-5). Tambak terbuka adalah tambak hasil konversi total kawasan mangrove menjadi budidaya tambak, sehingga pada tambak tersebut tidak terdapat tumbuhan mangrove. Tambak tumpangsari adalah tambak perpaduan antara konservasi ekosistem mangrove dengan budidaya tambak. Tambak tanah timbul adalah tambak hasil proses sedimentasi dari pantai. Tambak perhutani adalah tambak yang dikelola oleh Perum Perhutani untuk kegiatan konservasi tumbuhan mangrove dan burung laut.



Gambar 4. Posisi tambak mangrove Blanakan

Keterangan:

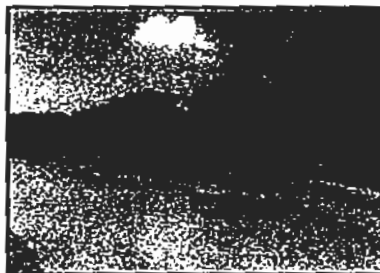
- TB = tambak terbuka
- TS = tambak tumpangsari
- TT = tambak tanah timbul
- TP = tambak perhutani



Tambak Terbuka



Tambak Tumpangsari



Tambak Tanah Timbul



Tambak Perhutani

Gambar 5. Jenis-jenis tambak mangrove di Desa Blanakan

Rumusan masalah

Pemanfaatan kawasan mangrove untuk tambak udang dan ikan begitu intensif, sehingga tidak jarang para petambak mengabaikan daya dukung lingkungan dan kelestarian sumber daya alam di ekosistem mangrove.

Gunarto (2004) menyatakan bahwa pada tahun 1999 luas kawasan mangrove di Indonesia mencapai 8,60 juta ha, namun sebanyak 5,30 juta ha telah rusak akibat dikonversi menjadi pertambakan, pemukiman, dan industri. Lebih lanjut, Van Zwieten *et al.* (2006) melaporkan bahwa sebanyak 45.000-70.000 ha (70%) kawasan mangrove di delta Mahakam Kalimantan Timur telah dikonversi menjadi tambak udang windu.

Konversi kawasan mangrove menjadi tambak yang berlebihan tidak hanya menurunkan produktivitas tambak saja, tetapi juga berakibat pada menurunnya produksi ikan dari hasil tangkapan di laut. Konversi kawasan mangrove dan limbah organik dari sisa pakan udang yang dibudidayakan secara intensif menyebabkan penyebaran penyakit udang (Gunarto, 2004). Menurut Naylor *et al.* (2001), sebanyak 400 g ikan dan udang liar akan hilang untuk setiap 1 kg udang yang dibudidayakan.

Permasalahan tersebut dapat dikurangi dengan mengimplementasikan budidaya udang dalam tambak ramah lingkungan, baik budidaya udang ekstensif (tradisional) maupun semi-intensif. Sistem budidaya yang diterapkan di antaranya adalah budidaya mina wana atau tambak mangrove. Budidaya tambak mangrove merupakan kegiatan budidaya ikan yang dipaduserasikan dengan upaya pelestarian ekosistem mangrove atau jalur

hijau. Upaya perpaduan kegiatan tersebut dilakukan melalui pengaturan tata letak wadah budidaya sedemikian rupa, sehingga kegiatan budidaya dapat dilakukan secara optimal, dan kelestarian ekosistem mangrove tetap dapat terjaga (Purnamawati dan Dewantoro, 2007).

Pengelolaan kegiatan usaha budidaya tambak mangrove Blanakan Subang memiliki beberapa permasalahan. Koeshendrajana *et al.* (2003) menyatakan bahwa permasalahan umum yang dihadapi oleh pembudidaya adalah berkaitan dengan aspek teknis, ekonomis, maupun lingkungan. Sejalan dengan perkembangan kegiatan usaha, permasalahan yang berkaitan dengan aspek tersebut semakin kompleks, antara lain berkaitan dengan teknologi tepat guna dan struktur tambak budidaya.

Pengembangan tambak mangrove merupakan alternatif tepat untuk memanfaatkan ekosistem mangrove secara optimal, baik dari segi ekologi maupun ekonomi. Pengembangan tambak mangrove diterapkan di Desa Blanakan melalui beragam jenis tambak, yaitu: tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani. Pemanfaatan ekosistem mangrove menjadi beragam jenis tambak menciptakan kondisi ekologi yang beragam pada setiap tambak, sehingga menarik untuk dipelajari, terutama pada area yang berpotensi untuk pengembangan tambak ekstensif dan semi-intensif.

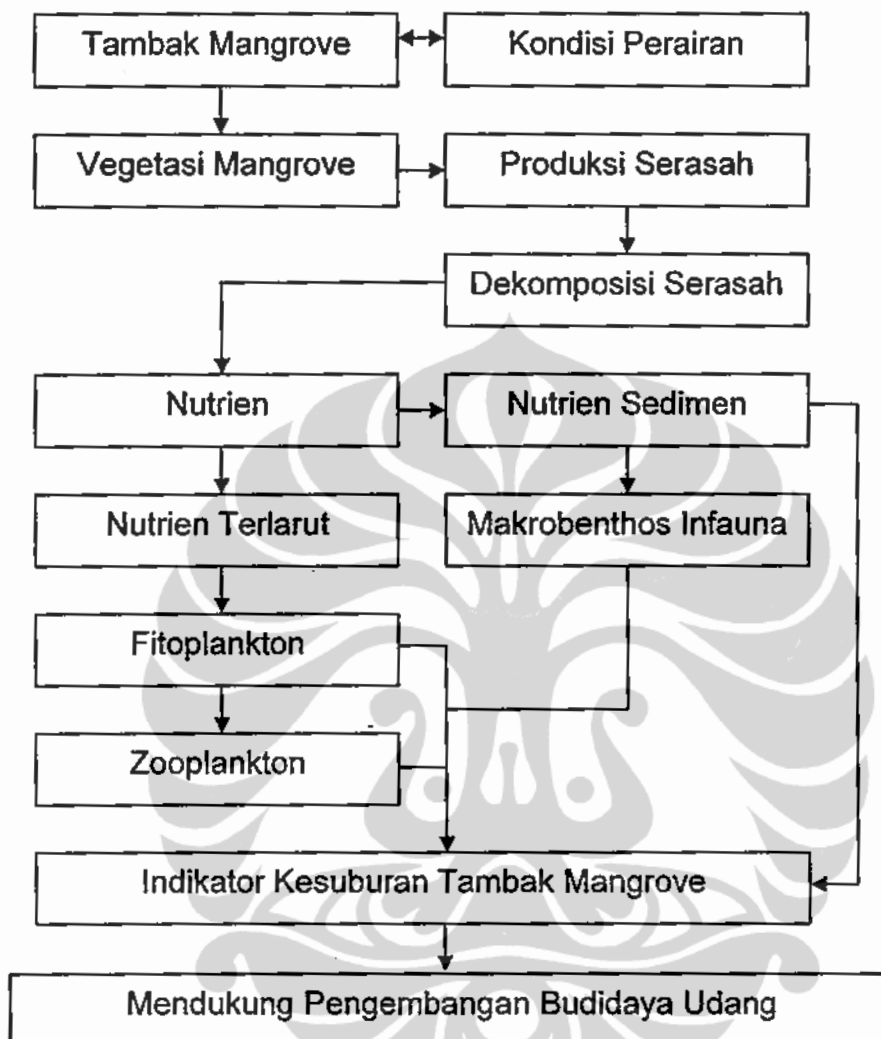
Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa ekologi tambak mangrove Blanakan. Oleh karena itu, perlu kajian lebih mendalam mengenai beberapa komponen dalam ekologi tambak mangrove, yaitu potensi tegakan, struktur, dan komposisi vegetasi mangrove, produksi dan dekomposisi daun serasah, faktor abiotik, potensi nutrisi, struktur komunitas plankton dan makrobenthos infauna, dan produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan

Kerangka pemikiran

Studi ekologi tambak mangrove diketahui melalui pola rantai makanan di ekosistem mangrove. Tambak mangrove mengandung dua komponen utama, yaitu komponen tumbuhan dan perairan. Tumbuhan mangrove menghasilkan serasah yang terdekomposisi di badan perairan dan melepaskan nutrisi. Nutrisi tersebut terlarut dalam perairan atau mengendap ke dalam sedimen. Nutrisi terlarut dimanfaatkan oleh plankton, sedangkan nutrisi sedimen dimanfaatkan oleh makrobenthos infauna. Oleh karena itu, nutrisi terlarut dan plankton merupakan indikator kesuburan perairan, sedangkan nutrisi sedimen dan makrobenthos infauna merupakan indikator kesuburan sedimen. Kesuburan perairan dan sedimen merupakan komponen untuk menentukan tingkat kesuburan tambak mangrove yang dapat mendukung pengembangan budidaya udang berkelanjutan.

Kerangka pemikiran penelitian ini tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerangka pemikiran penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka pada penelitian ini terdapat tiga topik. Topik 1 berjudul "POTENSI VEGETASI MANGROVE, SERASAH DAUN DAN DEKOMPOSISI *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN". Tujuan topik 1 adalah untuk mengetahui dan menganalisa pemanfaatan kawasan mangrove, kerapatan dan tutupan lahan, produksi dan dekomposisi serasah daun. Hasil topik 1 memberikan informasi ilmiah mengenai potensi vegetasi dan produktivitas

kawasan tambak mangrove Blanakan untuk pengembangan budidaya udang berkelanjutan.

Topik 2 berjudul "KORELASI POTENSI VEGETASI MANGROVE DENGAN KOMUNITAS PLANKTON DAN FAKTOR ABIOTIK DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN". Tujuan topik 2 adalah untuk mengetahui dan menganalisa korelasi vegetasi mangrove dengan komunitas plankton dan faktor abiotik terhadap jumlah spesies, kelimpahan, dan keragaman plankton, serta peran tumbuhan terhadap komunitas plankton di tambak mangrove Blanakan. Hasil topik 2 ini memberikan informasi ilmiah mengenai struktur komunitas plankton di tambak mangrove Blanakan sebagai indikator kesuburan perairan di tambak mangrove untuk pengembangan budidaya udang yang berkelanjutan.

Topik 3 berjudul "POTENSI NUTRIEN, MAKROBENTHOS INFAUNA, DAN PRODUKSI UDANG WINDU DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN". Tujuan topik 3 adalah untuk mengetahui dan menganalisa potensi nutrisi terlarut yaitu N-amonium ($N-NH_4$), N-nitrit ($N-NO_2$), N-nitrat ($N-NO_3$), dan P-fosfat ($P-PO_4$), nutrisi sedimen yaitu karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P), jumlah spesies, kelimpahan, dan keragaman makrobenthos infauna, serta sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan. Hasil topik 3 memberikan informasi ilmiah mengenai cadangan nutrisi, struktur komunitas makrobenthos infauna, dan produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan untuk pengembangan budidaya udang berkelanjutan.

Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai struktur, komposisi, produktivitas, dan faktor abiotik kawasan mangrove, cadangan nutrien, komunitas plankton dan makrobenthos infauna, serta pertumbuhan udang windu di tambak mangrove Blanakan. Informasi tersebut menjadi dasar kebijakan menentukan pemanfaatan tambak mangrove yang tepat. Pemanfaatan tambak mangrove yang tepat merupakan langkah strategis dalam mengoptimalkan fungsi kawasan mangrove baik dari aspek ekologi maupun ekonomi. Dengan demikian, ekosistem mangrove terjaga kelestariannya menuju pengembangan tambak mangrove yang lebih produktif di masa akan datang.



MAKALAH I

POTENSI VEGETASI MANGROVE, SERASAH DAUN, DAN
DEKOMPOSISI *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.
DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN

Makalah I

POTENSI VEGETASI MANGROVE, SERASAH DAUN, DAN
DEKOMPOSISI *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.
DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN

Joni Haryadi D

ABSTRAK

Potensi, struktur, komposisi, produksi, dan dekomposisi dari vegetasi mangrove di tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT), dan tambak perhutani (TP) di tambak mangrove Blanakan telah diteliti dari Maret-Oktober 2008. Pengumpulan sampel tumbuhan mangrove menggunakan metode kuadran dengan jarak interval 10 m. Pengamatan produksi serasah mangrove dilakukan dengan meletakkan 4 buah *trap* serasah yang terbuat dari karung plastik berukuran 1x1 m di bawah jenis pohon dominan. Pengamatan laju dekomposisi dilakukan dengan merendam 4 *litter bag* yang berisi 30 g serasah ke dalam badan air pada setiap stasiun penelitian. Nutrien serasah yang diukur adalah C, N, dan P. Data produksi, laju dekomposisi, dan nutrien serasah daun dianalisis menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT_{5%}. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola tambak di tambak mangrove Blanakan adalah empang parit dengan komoditas udang windu. Jenis mangrove dominan adalah *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. Potensi tegakan terdiri dari satu lapisan tajuk. Kerapatan pohon *A. marina* di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 168-200 ind/ha, sedang kategori tihang berkisar antara 175-355 ind/ha. Tutupan lahan berkisar antara 40-80%. Produksi serasah di TS, TT, dan TP adalah berbeda tidak nyata ($p>0,05$), yaitu 15,89-21,67 ton/ha/tahun. Laju dekomposisi serasah daun di TS, TT, dan TP adalah berbeda tidak nyata ($p>0,05$), yaitu 0,05-0,081 per dua (2) minggu. Kandungan C serasah daun di TS, TT, dan TP adalah berbeda nyata ($p<0,05$), tetapi kandungan N dan P serasah daun adalah berbeda tidak nyata ($p>0,05$). Kandungan C, N, dan P serasah yaitu 35,31-44,14%; 0,83-1,05%; dan 0,044-0,103%.

Kata kunci: tambak mangrove, potensi nutrien; struktur vegetasi; laju dekomposisi

PENDAHULUAN

Kawasan mangrove merupakan salah satu ekosistem sangat produktif di dunia. Produktivitas primer kotor hutan mangrove mencapai 5.000 g/C/m²/tahun, sedangkan produktivitas primer bersih mencapai 2.700

g/C/m²/tahun (Lampiran I-1) (Lugo & Snedaker 1974). Perairan mangrove mengeksport bahan organik dan mendukung beragam organisme (Lee 1989), bahkan menjadi sumber karbon utama dalam rantai makanan di estuarin tropis maupun subtropis (Daniel & Robertson 1990). Oleh karena itu, perairan mangrove dijadikan sebagai daerah pemijahan, pengasuhan, dan mencari makan beberapa organisme akuatik, sehingga mendukung perikanan pantai (Kathiseran & Bingham 2001).

Pemanfaatan mangrove yang tidak bertanggungjawab menyebabkan ekosistem ini terancam rusak. Beberapa pustaka menyebutkan bahwa ancaman paling utama bagi ekosistem mangrove adalah aktivitas manusia (Askornkoe 1993; Raine 1994; Strong & Bancroft 1994; Mndeme 1995; Ramire-Garcia *et al*, 1998). Mohamed (1996) memperkirakan bahwa laju perusakan hutan mangrove di dunia adalah 1 juta /ha /tahun. Choong *et al*. (1990) melaporkan bahwa 40% hutan mangrove di Indonesia mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia. Ancaman terbaru bagi ekosistem mangrove adalah konversi hutan mangrove menjadi tambak udang (Twilley *et al*. 1993; Primavera 1995; Graaf & Xuan 1998). Kathiseran & Bingham (2001) menyatakan bahwa degradasi dan perusakan mangrove yang terus-menerus perlu dicegah dengan meningkatkan pemahaman tentang pentingnya ekosistem ini.

Kawasan mangrove Blanakan dimanfaatkan untuk budidaya perikanan air payau. Sistem budidaya yang diterapkan adalah mengombinasikan budidaya tambak dengan pelestarian hutan mangrove atau tambak mangrove.

Jenis-jenis tambak di tambak mangrove Blanakan antara lain: tambak terbuka (TB), tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT), dan tambak perhutani (TP). Tambak mangrove merupakan sistem budidaya yang tepat diterapkan di kawasan mangrove, karena selain memperoleh manfaat ekonomis dari perikanan, juga turut dalam konservasi hutan mangrove (Ahmad *et al.* 2003; Nuryanto 2003). Berdasarkan hasil penelitian Smith (1996), kondisi sedimen tambak udang sesuai dengan kondisi sedimen kawasan mangrove, sehingga memungkinkan untuk dikombinasikan.

Ekosistem mangrove tersusun atas komunitas tumbuhan dan perairan. Beberapa studi mengenai tumbuhan mangrove di beberapa lokasi telah banyak dilakukan (Fiala & Hernandez 1993; Liao *et al.*, 1993; Mackey 1993; Steinke *et al.*, 1995; Saintilan 1997; Fromard *et al.*, 1998; Ellison & Simmonds 2003; Ananda dan Sridhar 2004), begitupula untuk komunitas perairan (Kannan & Vasantha 1992; Selvam *et al.*, 1992; Faust & Gullledge 1996; Sheridan 1997; Dittmann 2001; Raut *et al.*, 2005; Ravichandran *et al.*, 2007). Kualitas kedua komunitas tersebut dijadikan indikator kondisi ekosistem mangrove, sehingga tercipta pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan (Field 1996; Siddiqi & Khan 1996; Ewel *et al.* 1998; Gilbert & Jenssen 1998; Kaly & Jones 1998; Twilley *et al.* 1998).

Vegetasi mangrove, terutama serasah daun, memberikan banyak manfaat bagi organisme sekitar. Sebanyak 5% total produksi daun dikonsumsi oleh kelompok herbivor, seperti larva lepidoptera, sedangkan 95% masuk ke lingkungan perairan sebagai debris atau detritus (Heald 1969;

Onuf *et al.* 1977; Robertson 1991). Lebih lanjut dilaporkan bahwa sebanyak 30-80% serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan dikonsumsi langsung oleh kepiting (Micheli 1993), seperti kepiting *Sesarma messa* (Robertson 1986), *Chiromanthes* spp. (Lee 1989), serta beberapa jenis crustacea dan molluska (Mokolensang & Tokuyama 1998).

Produksi serasah merupakan komponen penting dalam proses ekologi hutan mangrove (Lugo & Snedaker 1974; May 1999). Peran produksi serasah yaitu komponen produktivitas primer bersih (Bunt *et al.* 1979), petunjuk dinamika kanopi (Duke 1990; Clarke 1994), dan elemen penting dalam siklus nutrisi ekosistem mangrove (Robertson 1992; Li 1997; Wafar *et al.* 1997; Mokolensang & Tokuyama 1998).

Produksi serasah merupakan indikator kesuburan perairan (Tresna 2002), hal itu karena serasah mengandung nitrogen (N) sebesar 6-8 mg/g dan fosfor (P) sebesar 0,4-0,6 mg/g (Nga 2004) dan terlarut dalam air, sehingga dapat menunjang proses pertumbuhan fitoplankton (Nur 2002). Oleh karena itu, terdapat hubungan erat antara N dan P serasah dengan N dan P air, produktivitas perairan, dan jumlah individu fitoplankton, zooplankton, dan makrozoobenthos (Welch & Lindell 1980).

Kathiseran & Bingham (2001) memperkirakan bahwa produksi serasah tahunan di dunia berkisar antara 130-1870 g/m². Meskipun demikian, produksi serasah bervariasi dari satu lokasi dengan lokasi lain, tergantung dari kondisi habitat, komposisi spesies, dan produktivitas setiap tumbuhan mangrove. Produksi serasah daun *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. di

tambak mangrove Blanakan belum banyak diteliti. Menurut Budiman & Suhardjo (1992), penelitian mengenai gugur serasah masih perlu dilakukan guna memperoleh pengetahuan utuh mengenai produksi serasah.

Serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan mengalami penguraian atau dekomposisi. Mason (1976) menyatakan bahwa dekomposisi merupakan perombakan zat organik secara fisik dipecah dan diubah menjadi zat kimia yang lebih sederhana, sehingga terbentuk CO₂, air, dan pembebasan energi. Chapman (1977) menambahkan bahwa dekomposisi merupakan suatu interaksi kompleks antara proses fisika, kimia, dan biologi.

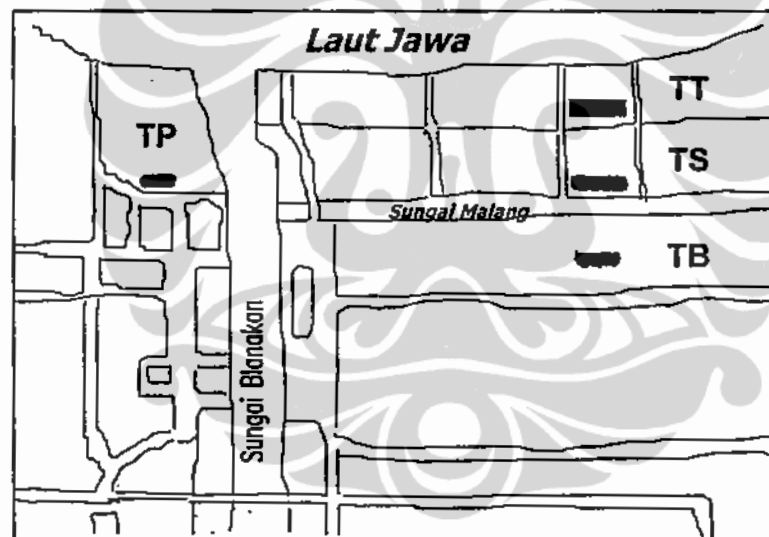
Dekomposisi serasah berkontribusi terhadap produksi bahan organik terlarut atau *Dissolved Organic Matter* (DOM) dan mendaur nutrisi untuk tumbuhan itu sendiri ataupun habitatnya. Setelah terdekomposisi, sejumlah nutrisi, seperti nitrogen dan fosfor diangkut ke ekosistem estuarin dan lautan (Holmer & Olsen 2002). Detritus organik dan nutrisi tersebut meningkatkan kesuburan perairan pantai, sehingga meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton-makrobenthos yang berperan sebagai pakan alami. Oleh karena itu, kontribusi nutrisi mangrove sangat penting dalam mendukung sumberdaya perikanan (Kathesiran & Bingham 2001).

Pengukuran laju dekomposisi serasah bertujuan untuk mengetahui besar penghancuran serasah selama penelitian dan menduga banyak serasah yang terurai selama selang waktu tertentu (Nur 2002). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi potensi, struktur,

komposisi, produksi, dan dekomposisi dari vegetasi mangrove Desa Blanakan untuk pengembangan tambak .

MATERI DAN METODE

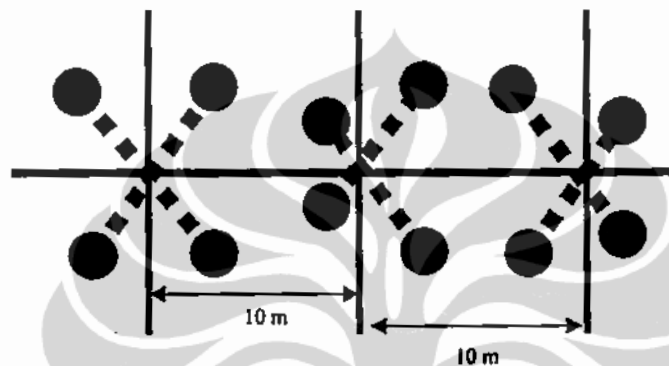
Penelitian dilakukan dari Maret-Agustus 2008 di tambak mangrove Blanakan Kabupaten Subang Jawa Barat pada empat stasiun yaitu: tambak terbuka (TB), tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT), dan tambak perhutani (TP).



Gambar I-1. Posisi setiap stasiun penelitian terhadap laut

Pengumpulan sampel daun mangrove menggunakan metode kuadran dengan jarak interval 10 m, dan total kuadran terdiri dari 20 titik (Cox 1997) (Gambar I-2). Pengamatan tumbuhan mangrove dilakukan pada kategori pohon dan tiang. Penentuan kategori pohon dan tiang berdasarkan diameter batang, yaitu kategori pohon berdiameter ≥ 20 cm, sedangkan kategori tiang berdiameter 10-20 cm. Pengamatan didahului dengan

mengidentifikasi jenis mangrove, dilanjutkan mengukur jarak pohon dan tiang mangrove yang terdekat dengan titik pusat, selanjutnya pohon dan tiang terdekat diukur keliling batangnya.



Gambar 1-2. Metode kuadran

Data mangrove dihitung INP-nya. INP (Indek Nilai Penting) merupakan hasil penjumlahan kerapatan relatif jenis (RKi), frekuensi relatif jenis (RFi), dan penutupan relatif jenis (RCi) (Kusmana 1997; Bengen 2002) dengan formulasi sebagai berikut:

1. kerapatan jenis i (K_i) adalah jumlah tegakan jenis i dalam suatu unit area dengan rumus:

$$K_i = n_i/A \text{ dan } RK_i = (n_i/\Sigma n) \times 100\%$$

Keterangan:

- K_i = kerapatan jenis i (individu/ m^2)
- n_i = jumlah total tegakan jenis i
- A = luas total area pengamatan sampel (m^2)
- RK_i = kerapatan relatif jenis i (%)
- Σn = jumlah total tegakan seluruh jenis

2. penutupan jenis i (C_i) adalah luas penutupan jenis i dalam plot, dihitung

dengan rumus:

$$C_i = (\Sigma BA)/A \text{ dan } RC_i = (C_i/\Sigma C) \times 100\%$$

Keterangan:

C_i = penutupan jenis dalam satu unit area

A = luas total plot (m^2)

ΣC = jumlah penutupan dari semua jenis

RC_i = penutupan relatif jenis i (%)

DBH = lingkaran batang (m)

$BA = \pi DBH^2/4$

Pengamatan produksi serasah mangrove diawali dengan meletakkan *trap* serasah yang terbuat dari karung plastik berukuran 1x1 m pada jenis pohon mangrove dominan. Pada setiap pohon mangrove, diletakkan empat buah *trap* dengan posisi mengelilingi pohon. Untuk pengamatan ini, digunakan tiga pohon mangrove dominan di setiap stasiun, sehingga keseluruhan *trap* adalah 36 buah. *Trap* tersebut berfungsi sebagai tempat penampungan serasah daun mangrove. Serasah daun yang tertampung di dalam *trap* diambil dua minggu sekali dan ditimbang untuk mengetahui berat daun tertampung.

Analisis data produksi serasah daun menggunakan persamaan berikut:

1. Rata-rata produksi serasah daun per pengamatan setiap ulangan pada setiap stasiun penelitian ditentukan dengan persamaan:

$$X_j = \sum_{i=1}^n (X_i/n) \text{ (g/m}^2\text{)}$$

Keterangan:

- X_j = rata-rata produksi serasah daun setiap ulangan pada periode waktu tertentu
 X_i = produksi serasah daun setiap ulangan pada periode waktu tertentu (ke-1, $i = 1, 2, 3, \dots, n$)
 n = jumlah *litter trap* pengamatan

2. Rata-rata produksi serasah daun per stasiun penelitian setiap periode pengamatan ditentukan dengan persamaan:

$$X = (\sum_{j=1} X_j) / m \text{ (g/m}^2\text{)}$$

Keterangan:

- X = rata-rata produksi serasah daun setiap stasiun penelitian pada waktu tertentu
 X_j = rata-rata produksi serasah daun setiap ulangan pada waktu tertentu
 m = jumlah unit sampel setiap pola

Pengamatan laju dekomposisi diawali dengan memasukkan 30 g serasah daun kering ke dalam *litter bag*. Sebanyak 4 *litter bag* yang berisi serasah direndam di lokasi penelitian. Semua *litter bag* diikatkan pada pohon agar tidak terbawa arus pasang, yaitu 25 cm di atas permukaan pasang tertinggi. Pengambilan contoh *litter bag* dilakukan setiap 15 hari. Contoh yang dibawa dari lapangan dikeluarkan dari kantong lalu dikering udarkan, kemudian dibungkus dengan kertas koran dan dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam. Serasah yang sudah kering ditimbang untuk memperoleh berat kering konstan dan dihitung kandungan karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P) serasah.

Analisis C, N, dan P serasah dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Tanah, Bogor. Laju dekomposisi serasah dihitung menurut persamaan dari Olson (1963) dalam Subkhan (1991) yaitu:

$$\ln X_t = \ln X_0 - kt$$

Keterangan:

X_t = bobot serasah setelah interval waktu

X_0 = bobot serasah awal

k = laju dekomposisi serasah

t = interval waktu

Data produksi, laju dekomposisi, dan nutrisi (C, N, dan P) serasah dianalisis secara statistik menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi umum tambak mangrove

Tanah di tambak mangrove Blanakan termasuk jenis *Haplic Hydraquent* atau *Gleisol Halik*, dengan bahan induk berupa endapan liat marin, dan berwarna abu-abu (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1990). Tektur tanah liat berdebu dimungkinkan pengaruh konstruksi tambak mangrove, sehingga gerakan air yang minimal mengakibatkan partikel-partikel sedimen halus di daerah mangrove cenderung mengendap dan mengumpul di dasar menjadi lapisan lumpur sebagai dasar substrat kawasan tambak mangrove Balanakan. Menurut Sukarjo (1981) dalam Saleh (1986) tektur substrat di lokasi penelitian merupakan substrat baik bagi pertumbuhan mangrove. Keadaan topografi tambak mangrove Blanakan tergolong datar sampai landai dengan tingkat kemiringan tanah 45° . Ketinggian lokasi tersebut diperkirakan 0-3 m di atas permukaan laut.

Posisi setiap jenis tambak mangrove Blanakan terhadap laut beragam. Tambak tanah timbul lebih dekat dengan laut, kemudian diikuti oleh tambak tumpangsari dan tambak perhutani, sedangkan paling jauh dari laut adalah tambak terbuka. Apabila dilihat terhadap posisi sungai, tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani lebih dekat dengan sungai daripada tambak tanah timbul. Hal itu memungkinkan tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani mengalami pergantian air tawar lebih baik daripada tambak tanah timbul. Sebaliknya, tambak tanah timbul

memungkinkan menerima air laut lebih banyak dari jenis tambak mangrove lain.

Berdasarkan struktur tambak dan pengelolaannya, tambak mangrove Blanakan menerapkan teknologi tradisional dengan luas 350 ha. Ciri-ciri tambak tradisional yaitu: (1) sistem irigasi mengandalkan satu saluran, (2) pakan yang digunakan berupa pakan alami yang berasal dari algae maupun serasah, dan (3) untuk pengelolaan sirkulasi air tambak hanya mengandalkan pasang-surut (Zainun *et al.* 2007). Koeshendrajana *et al.* (2003) menambahkan bahwa pada budidaya tambak secara tradisional, hanya mengandalkan penebaran benur dan tenaga kerja pembudidaya itu sendiri.

Pola tambak mangrove Blanakan adalah empang parit. Areal tumbuh mangrove dan tempat pemeliharaan ikan pada tambak pola empang parit sederhana berada dalam satu hamparan. Pengelolaan air diatur melalui satu buah pintu yang menghubungkan hamparan dengan saluran air. Pola tersebut memiliki keunggulan pada desainnya yang sangat sederhana, sehingga investasi yang dibutuhkan untuk membangun empang parit relatif kecil. Akan tetapi, pola tersebut memiliki beberapa kelemahan, yaitu: (1) upaya budidaya tidak ideal, karena genangan air empang menjadi satu dengan areal tumbuhan mangrove, (2) ancaman hama bagi ikan atau udang yang dipelihara cukup tinggi, (3) sinar matahari terhalang menembus permukaan empang, sehingga pertumbuhan plankton dan bentos sebagai pakan alami ikan atau udang sangat kurang, dan (4) apabila serasah yang

jatuh berlebihan, menjadi penghambat pertumbuhan hewan budidaya (Purnamawati & Dewantoro 2007).

Komoditas perikanan yang dibudidayakan di tambak mangrove Blanakan adalah udang windu dan ikan bandeng, karena merupakan komoditas yang masih diminati oleh para petambak. Hal itu karena permintaan terhadap kedua komoditas itu cukup tinggi, baik untuk pasaran dalam negeri maupun luar negeri (Bappenas 2000; Mansyur & Tonnek 2003). Beberapa jenis ikan liar yang juga ditemukan di tambak mangrove Blanakan adalah ikan gabus, blanak, glodok, kakap, dan udang putih. Ikan-ikan dari famili Scatophagidae (ikan gabus), Mugilidae (ikan blanak), dan Lobotidae (ikan kakap) merupakan ikan kawasan mangrove, seperti di pantai utara Kabupaten Subang (Kawaroe *et al.*, 2001) dan perairan teluk Jakarta (Tresna 2002).

Potensi, struktur, dan komposisi tumbuhan mangrove

Vegetasi mangrove Blanakan adalah *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. yang ditanam secara monokultur, padahal di Indonesia terdapat 38 spesies tumbuhan mangrove (Lampiran I-2) (Soegiarto & Polunin 1982 *dalam* Supriharyono 2007). *A. marina* banyak ditemukan di beberapa lokasi, seperti: Desa Cangkring, Indramayu, Jawa Barat (Nur 2002) dan Teluk Jakarta (Tresna 2002). Lebih lanjut, Soegiarto & Polunin (1982) *dalam* Supriharyono (2007) melaporkan bahwa *A. marina* terdapat di seluruh

kepulauan Indonesia. Keunggulan *A. marina* sebagai tumbuhan mangrove yang ditanam di area pertambakan adalah (1) memiliki toleransi luas terhadap salinitas, yaitu 10-30 ppt, (2) toleran terhadap ombak dan angin, (3) toleran terhadap kandungan pasir dan lumpur, dan (4) cocok di daerah dengan penggenangan air selama 20 hari/bulan (Onrizal 2002; Ellison & Simmonds 2003).

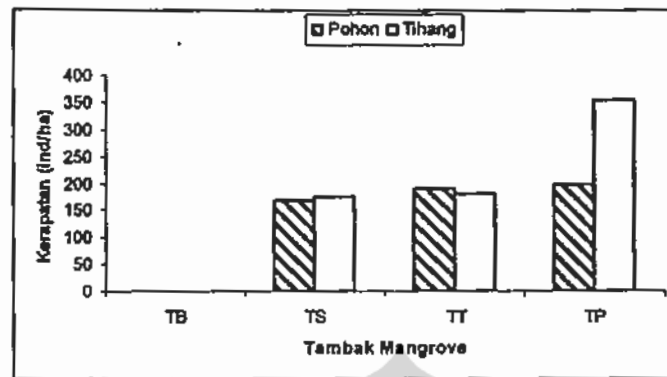
Diameter batang tumbuhan mangrove di tambak mangrove Desa Blanakan dapat dilihat pada Tabel I-1

Tabel I-1. Diameter batang tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Diameter Batang (cm)±SD	
	Pohon	Tihang
Tambak tumpangsari (TS)	24,86±3,96	14,05±3,02
Tambak tanah Timbul (TT)	24,95±4,54	14,65±2,97
Tambak perhutani (TP)	23,76±3,94	12,47±2,25

Tabel I-1 memperlihatkan bahwa diameter batang tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian adalah tidak berbeda nyata ($p>0,05$) (Lampiran I- 10). Hal itu diduga terkait dengan usia tumbuhan mangrove di lokasi tersebut. Tambak perhutani merupakan area konservasi tumbuhan mangrove dan burung laut, dan memiliki vegetasi mangrove lebih muda dari tumpang sari, tambak tanah timbul, sehingga diameter pohon dan tihang relatif lebih kecil .

Kerapatan tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar I-3.



Gambar I-3, Kerapatan tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian

Gambar I-3 memperlihatkan bahwa kerapatan pohon dan tiang mangrove pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Tambak tumpangsari memiliki kerapatan pohon dan tiang berturut-turut sebesar 168 ind/ha dan 175 ind/ha. Tambak tanah timbul memiliki kerapatan pohon dan tiang berturut-turut sebesar 190 ind/ha dan 182 ind/ha. Tambak perhutani memiliki kerapatan pohon dan tiang berturut-turut sebesar 200 ind/ha dan 355 ind/ha.

Kerapatan tumbuhan mangrove banyak dievaluasi oleh beberapa peneliti, karena menunjukkan kualitas ekosistem mangrove. Oleh karena itu, Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (1980) dalam Wibowo (1988) menetapkan bahwa kerapatan pohon pada ekosistem mangrove harus 75 ind/ha, sedangkan kerapatan tiang harus 240 ind/ha. Berdasarkan ketentuan tersebut, kerapatan pohon di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani sesuai dengan ketentuan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Kerapatan pohon di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada Pulau Seribu (50 ind/ha) dan Muara Angke (45 ind/ha),

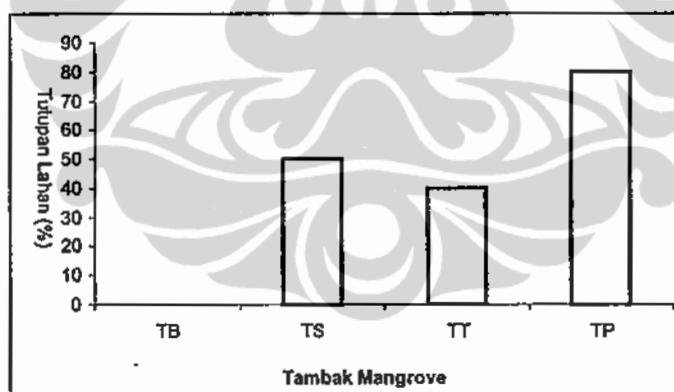
tetapi lebih rendah daripada Indramayu (215 ind/ha) dan Purwakarta (230 ind/ha) (Sukardjo 1993). Meskipun demikian, kerapatan tihang di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul tidak sesuai dengan ketentuan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, sedangkan kerapatan tihang di tambak perhutani sesuai dengan ketentuan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi lahan.

Tambak perhutani memiliki kerapatan tumbuhan mangrove paling tinggi, kemudian diikuti oleh tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul, sedangkan tambak terbuka tidak memiliki tumbuhan mangrove (Gambar I-3). Tambak perhutani merupakan area konservasi, sehingga keberadaan tumbuhan mangrovenya relatif tetap terjaga. Tambak tumpangsari dan tanah timbul merupakan kawasan mangrove yang dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan akuakultur, sehingga tumbuhan mangrove yang ada sudah banyak ditebang. Tumbuhan mangrove tidak ditemukan di tambak terbuka, karena hutan mangrove di lokasi tersebut telah dikonversi menjadi area pertambakan. Hal itu dimungkinkan karena masyarakat ingin meningkatkan produksi perikanannya, sehingga harus memperluas area tambak dengan cara mengkonversi hutan mangrove.

Perbandingan antara kerapatan pohon dan tihang menentukan kualitas hutan mangrove. Odum (1996) menyatakan bahwa suatu populasi berkembang baik, jika individu muda lebih melimpah daripada individu tua. Gambar I-3 memperlihatkan bahwa tambak perhutani dan tambak tumpangsari didominasi oleh tumbuhan mangrove berkategori tihang,

sedangkan tambak tanah timbul didominasi tumbuhan mangrove berkategori pohon. Hal itu menunjukkan bahwa hutan mangrove di tambak perhutani dan tambak tumpangsari lebih baik daripada tambak tanah timbul. Kondisi itu menunjukkan bahwa rehabilitasi tumbuhan mangrove di tambak perhutani dan tambak tumpangsari lebih baik daripada tambak tanah timbul. Hal itu menjadi masalah di tambak tanah timbul, mengingat lokasi itu merupakan lokasi baru yang seharusnya merupakan area ideal untuk penanaman tumbuhan mangrove.

Kerapatan tumbuhan mangrove pada setiap tambak mangrove menentukan luasan penutupan lahan di lokasi tersebut. Luasan penutupan lahan di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Gambar I-4.



Gambar I-4. Luasan penutupan lahan pada setiap stasiun penelitian

Gambar I-4 memperlihatkan bahwa luasan penutupan lahan pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Luasan penutupan lahan di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar 50%, 40%, dan 80%.

Luasan penutupan lahan bermanfaat untuk menentukan tingkat kerusakan hutan mangrove. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, kriteria baku kerusakan mangrove dibedakan menjadi tiga kategori (Tabel I-2).

Tabel I-2. Kriteria baku kerusakan mangrove

Kategori	Kepadatan	Tutupan Lahan
Baik	Tinggi	$\geq 75\%$
	Sedang	50-75%
Buruk	Rendah	$< 50\%$

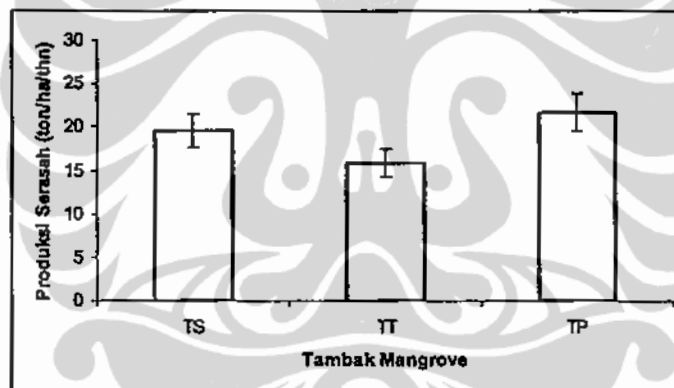
Berdasarkan kriteria tersebut di atas, hutan mangrove di tambak tumpangsari tergolong baik dengan kepadatan sedang, tambak tanah timbul tergolong rusak dengan kepadatan jarang, dan tambak perhutani tergolong baik dengan kepadatan tinggi.

Luasan penutupan lahan di tambak perhutani sesuai dengan peraturan yang telah dikeluarkan oleh Perhutani (1988) yang menyatakan bahwa guna menciptakan kawasan mangrove yang berkelanjutan, upaya konversi hutan mangrove untuk kegiatan budidaya tambak hanya diperbolehkan sebesar 20% atau rasio hutan mangrove dengan tambak adalah 80:20. Sehubungan dengan upaya untuk meningkatkan produksi tambak, peraturan tersebut cenderung untuk dilanggar, sehingga rasio hutan mangrove dengan tambak tidak lagi 80:20. Hal itu dapat dilihat dari luasan penutupan lahan di tambak tumpangsari dan tanah timbul yang tidak mencapai 80% (Gambar I-4). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Onrizal (2002) yang menyatakan bahwa

meningkatnya aktivitas budidaya air payau di Jawa Barat dan Banten telah menurunkan penutupan lahan mangrove.

Produksi serasah daun *A. marina* (Forssk.) Vierh.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa serasah yang dihasilkan oleh *A. marina* berupa daun, ranting, bunga, dan buah. Meskipun demikian, pada penelitian ini difokuskan pada produksi daun. Produksi serasah daun *A. marina* setahun pada setiap stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar I-5.



Gambar I-5. Produksi serasah pada setiap stasiun penelitian

Gambar I-5 memperlihatkan bahwa produksi serasah pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Produksi serasah di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani, yaitu 15,89-21,67 ton/ha/tahun. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap produksi serasah (Lampiran I-11).

Kualitas produksi serasah mangrove dapat dibedakan menjadi tiga kategori (Tabel I-3).

Tabel I-3. Kualitas produksi serasah mangrove [sumber: Kusmana (1995)]

Kategori	Produksi Serasah (ton/ha/tahun)
Baik	>10
Sedang	5-10
Buruk	<5

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, produksi serasah daun *A. marina* di tambak mangrove Blanakan termasuk kategori baik. Produksi serasah daun yang diperoleh berbeda dengan laporan Kawaroe (2001) yang menyatakan bahwa produksi serasah daun di Blanakan mencapai 2-4 ton/ha/tahun. Produksi serasah daun di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada hutan mangrove BKPH Ciasem KPH Purwakarta sebesar 3,71 ton/ha/tahun (Ardy, 1996) dan Desa Cangkring, Indramayu, Jawa Barat sebesar 7,59-10,76 ton/ha/tahun (Nur 2002).

Meskipun berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), produksi serasah tertinggi terdapat di tambak perhutani, kemudian diikuti oleh tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul. Hal itu dimungkinkan karena perbedaan karakteristik tumbuhan mangrove pada setiap stasiun penelitian. Karakteristik umum tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Tabel I-4.

Tabel I-4. Karakteristik tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan

Peubah	Kecenderungan
Kerapatan	TT<TS<TP
Umur	TT<TS<TP
Tinggi	TT<TS<TP

Serasah adalah guguran bagian tumbuhan mangrove, sehingga kerapatan tumbuhan merupakan faktor yang dominan dalam menentukan

produksi serasah. Kerapatan tumbuhan mangrove tertinggi terdapat di tambak perhutani, sehingga produksi serasah di tambak perhutani paling tinggi. Hal itu sesuai dengan penelitian Nur (2002) yang menyatakan bahwa produksi serasah daun meningkat dengan meningkatnya luasan hutan mangrove. Nga (2004) melaporkan bahwa produksi serasah di kawasan mangrove dengan kerapatan tumbuhan 10.000 pohon/ha lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan mangrove dengan kerapatan 7.000 pohon/ha.

Tumbuhan mangrove di tambak perhutani lebih tua daripada stasiun lainnya (Tabel I-4). Tumbuhan mangrove tua cenderung menghasilkan serasah lebih banyak dibandingkan dengan tumbuhan mangrove muda. Hal itu dikarenakan tumbuhan mangrove tua banyak memiliki daun yang menguning dan mudah jatuh bila tertiup angin (Ong *et al.* 1982). Hasil penelitian ini didukung oleh Nga (2004) yang menunjukkan bahwa produksi serasah *Rhizophora apiculata* berumur 11 tahun lebih tinggi daripada berumur 7 tahun. Lee (1989) menyatakan bahwa tinggi tumbuhan dapat digunakan untuk memperkirakan produksi serasah. Tumbuhan mangrove di tambak perhutani lebih tinggi daripada stasiun lainnya (Tabel I-4). Tumbuhan mangrove tinggi cenderung menghasilkan serasah lebih banyak dibandingkan tumbuhan rendah (Woodroffe 1985; Djameluddin 1995). Hal itu karena tumbuhan mangrove tinggi cenderung menerima hampasan angin lebih banyak dibandingkan tumbuhan mangrove rendah. Brown (1984) menyatakan bahwa produksi serasah lebih banyak disebabkan oleh faktor mekanis, seperti angin. Oleh karena itu, semakin meningkat kecepatan angin,

semakin meningkat pula produksi serasah (Cuevas & Sajise 1978). Hasil penelitian ini didukung pula oleh Ellison & Simmonds (2003) yang menyatakan bahwa *A. marina* dengan tinggi pohon 3,85 m menghasilkan serasah sebanyak 1,077 g/m²/tahun, sedangkan *A. marina* dengan tinggi 2,47 m hanya menghasilkan serasah sebanyak 659 g/m²/tahun.

Berdasarkan Gambar 1-1, tambak perhutani dan tambak tumpangsari lokasinya lebih dekat dengan sungai daripada tambak tanah timbul, sehingga pergantian air tawar kedua lokasi tersebut lebih baik. Pasokan air tawar dari sungai meningkatkan suplai nutrisi, sehingga mendukung regenerasi tumbuhan mangrove, salah satunya adalah dengan menggugurkan daun yang sudah menguning (Roy (1997; Wafar *et al.* 1997). Hal itu yang diduga menyebabkan produksi serasah di tambak perhutani dan tambak tumpangsari lebih tinggi daripada tambak tanah timbul. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Flores-Verdugo *et al.* (1987) yang menyatakan bahwa produksi serasah meningkat dengan meningkatnya pasokan air tawar.

Selama penelitian berlangsung, terjadi pergeseran musim, sehingga dimungkinkan berpengaruh terhadap produksi serasah. Berdasarkan laporan Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Barat, selama penelitian berlangsung, curah hujan berkurang sebesar 28,65%, yaitu dari 72,6 mm pada awal penelitian menjadi 51,8 mm pada akhir penelitian. Analisis korelasi (*pearson correlation*) menunjukkan bahwa produksi serasah di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkorelasi negatif dengan curah hujan (TS = -0,458; TT = -0,016; TP = -0,759). Hal itu menunjukkan bahwa

produksi serasah di tambak mangrove Blanakan meningkat selama musim kemarau. Hal itu karena pada musim kemarau, tiupan angin cukup kencang, sehingga cukup kuat untuk menjatuhkan daun mangrove (Nur 2002). Selain itu, tumbuhan mangrove banyak menggugurkan daunnya untuk mengurangi transpirasi (Roy 1997; Wafar *et al.* 1997). Hasil penelitian ini didukung oleh Indiarto *et al.* (1990), Subkhan (1991), Ardy 1996, dan Mokolensang & Tokuyama (1998) yang menyatakan bahwa produksi serasah meningkat pada musim kemarau dengan curah hujan yang rendah. Pernyataan tersebut dibuktikan oleh Rajkaran & Adams (2007) yang melaporkan bahwa produksi serasah di estuarin Mngazana, Afrika Selatan pada musim panas sebesar $2,4 \pm 0,2 \text{ g/m}^2/\text{hari}$, sedangkan pada musim dingin sebesar $0,3 \pm 0,1 \text{ g/m}^2/\text{hari}$.

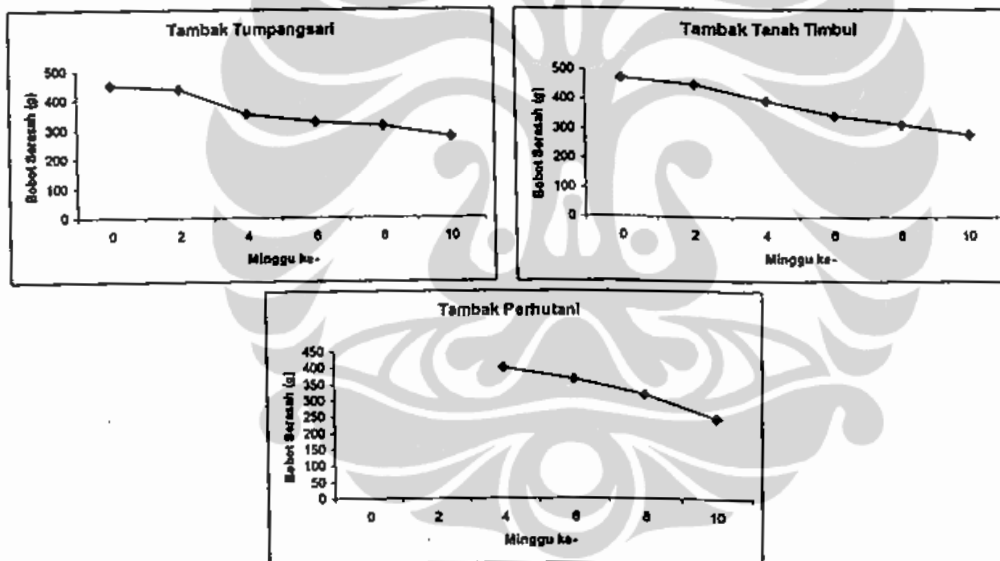
Kusmana *et al* (1994) berpendapat bahwa terdapat hubungan antara pasang surut dengan produktivitas serasah. Surut rendah (*Low Water Level*) di Desa Blanakan mencapai 41 cm, sedangkan pasang tingginya mencapai 144 cm. Pada saat pasang surut yang tinggi, nutrisi masuk ke kawasan mangrove, sehingga mempengaruhi produksi daun dan produktivitas serasah (Odum 1980). Oleh karena itu, hutan mangrove yang dipengaruhi oleh pasang surut tinggi menghasilkan serasah banyak (Lopez & Escurra 1985; Twilley *et al*, 1986). Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Woodroffe *et al.* (1988) yang menyatakan bahwa produksi serasah *Ceriops* sp. di daerah pasang surut (*tidal flat*) mencapai $745 \text{ g/m}^2/\text{tahun}$, sedangkan di daerah yang lebih jauh dari area pasang surut (*hinterland*) hanya mencapai $686 \text{ g/m}^2/\text{tahun}$.

Produksi serasah dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan melalui proses fotosintesis berlangsung lebih cepat dan sempurna bila intensitas cahaya matahari tinggi. Keadaan itu mengakibatkan tumbuhan lebih aktif melakukan regenerasi, seperti mempercepat pergantian daun (Christensen 1978; Moriya *et al.* 1988). Pendapat tersebut didukung oleh Alrasjid (1986) yang menyatakan bahwa selama musim kering, terjadi persaingan antara daun tua dan muda untuk mendapatkan sinar matahari. Daun tua umumnya berada di bawah tajuk yang kurang mendapatkan sinar matahari lebih cepat menguning dan kemudian gugur, karena gagal melakukan fotosintesis.

Produksi serasah dipengaruhi oleh garis lintang. Goulter & Allaway (1979) menyatakan bahwa semakin ke selatan, produksi serasah semakin menurun. Pendapat tersebut didukung oleh Kusmana *et al.* (1994) dan Niebe *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa produksi serasah di daerah tropis lebih tinggi daripada di daerah subtropis. Di daerah tropis, intensitas cahaya matahari lebih tinggi daripada daerah subtropis, sehingga fotosintesis lebih optimal. Oleh karena itu, produksi serasah daun tahunan di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi bila dibandingkan dengan di Northland, New Zealand yang memproduksi serasah sebesar 6,2 ton/ha/tahun (May 1999).

dekomposisi serasah daun *A. marina* (Forssk.) Vierh.

Dekomposisi serasah di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul dilakukan selama 10 minggu, sedangkan di tambak perhutani hanya 6 minggu, yaitu dimulai setelah 4 minggu pelaksanaan dekomposisi serasah di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul. Hal itu terkait dengan perijinan lokasi di tambak perhutani. Bobot serasah daun *A. marina* di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Gambar I-6.

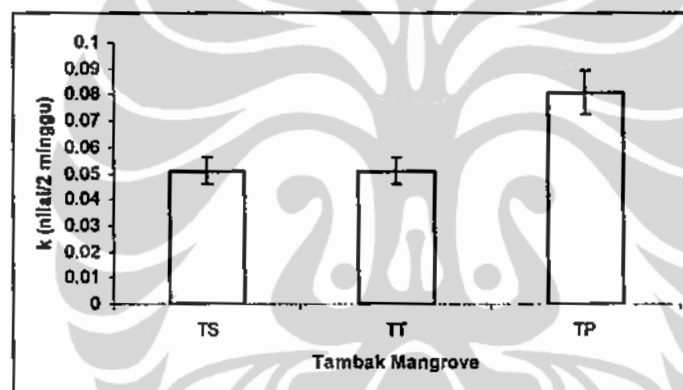


Gambar I-6. Bobot serasah pada setiap stasiun penelitian

Gambar I-6 memperlihatkan bahwa selama perendaman, serasah di semua stasiun penelitian mengalami penurunan bobot. Penurunan bobot serasah di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar 39,65%; 40,17%; dan 38,5%. Penurunan bobot serasah di tambak mangrove Blanakan lebih lambat dibandingkan dengan laporan Goulter & Allaway (1979) yang menyatakan bahwa serasah daun *A.*

marina kehilangan bobotnya sebesar 50% setelah direndam selama 8 minggu. Laporan lain menunjukkan bahwa serasah daun *A. marina* kehilangan bobot hingga 50% setelah direndam selama 11 hari (Robertson 1988).

Penurunan bobot serasah selama perendaman mencerminkan laju dekomposisi serasah pada setiap stasiun penelitian. Laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Gambar I-7.



Gambar I-7. Laju dekomposisi serasah pada setiap stasiun penelitian

Gambar I-7 memperlihatkan bahwa laju dekomposisi serasah pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Laju dekomposisi serasah di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,051-0,081 per dua (2) minggu. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap laju dekomposisi serasah (Lampiran I-12).

Kualitas laju dekomposisi serasah dapat dibedakan menjadi tiga kategori (Tabel I-5).

Tabel I-5. Kualitas laju dekomposisi serasah [sumber: Kusmana (1995)]

Kategori	Laju Dekomposisi
Baik	>0,8
Sedang	0,5-0,8
Buruk	<0,5

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, laju dekomposisi serasah di semua stasiun penelitian adalah buruk. Laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan lebih rendah daripada tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu yang mencapai 0,355-0,377 (Nur 2002).

Meskipun berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), laju dekomposisi serasah di tambak perhutani lebih tinggi daripada tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul. Hal itu diduga karena kondisi perairan pada setiap stasiun penelitian adalah beragam, terutama suhu, salinitas, dan *Dissolved Oxygen* (DO).

Hubungan antara suhu air dengan laju dekomposisi serasah telah dievaluasi oleh Mackey & Smail (1996). Suhu kemungkinan mempengaruhi populasi mikroba pengurai. Peningkatan suhu pada kisaran tertentu meningkatkan populasi mikroba, sehingga dekomposisi serasah berjalan lebih cepat (Steinke & Charles 1986). Meskipun demikian, jika suhu terlalu tinggi, justru menghambat populasi mikroba, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih lambat. Hal itu dibuktikan oleh Ashton *et al*, (1999) yang melaporkan bahwa serasah *Sonertia* sp. terdekomposisi lebih dari 90% pada perendaman selama 56 hari dan suhu 29,07°C, sedangkan pada suhu 31,6°C hanya sebesar 80%. Suhu air di tambak tumpangsari, tambak tanah

timbul dan tambak perhutani relatif sama, yaitu berkisar antara 30,71-30,84°C. Hal itu menunjukkan bahwa suhu air bukan faktor utama yang memengaruhi laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan.

Pengaruh salinitas terhadap laju dekomposisi serasah telah dilaporkan oleh Steinke & Charles (1986) serta Nga & Roijackers (2002). Salinitas di tambak perhutani (10,63 ppt) secara nyata ($p < 0,05$) lebih rendah daripada tambak tanah timbul (26 ppt). Salinitas rendah menyebabkan kelimpahan mikroba pengurai tinggi (Hyde 1992; Nur 2002), sehingga dekomposisi serasah berlangsung lebih cepat (Snedaker 1978). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Nga (2004) yang melaporkan bahwa laju dekomposisi serasah *Rhizophora apiculata* di perairan bersalinitas 5 ppt secara nyata lebih tinggi daripada di perairan bersalinitas 15 ppt, 25 ppt, dan 35 ppt.

Hasil pengukuran terhadap DO menunjukkan bahwa konsentrasi DO di tambak perhutani (7,23 ppm) secara nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi daripada di tambak tanah timbul (2,73 ppm). Mall *et al.* (1991) dan Mfilinge *et al.* (2002) menyatakan bahwa dekomposisi serasah lebih cepat pada kondisi aerob, sehingga perairan dengan DO tinggi cenderung memiliki laju dekomposisi serasah yang lebih tinggi. Hal itu diduga karena aktivitas mikroba pengurai optimal pada kondisi aerob. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Nga (2004) yang melaporkan bahwa serasah *Rhizophora apiculata* yang direndam selama 90 hari pada salinitas 5 ppt dan diberi aerasi memiliki laju dekomposisi serasah sebesar 0,008-0,01/hari, sedangkan yang tidak diberi aerasi memiliki laju dekomposisi serasah sebesar 0,004-0,006/hari.

Gambar I-1 memperlihatkan bahwa tambak perhutani lebih dekat dengan sungai daripada tambak tanah timbul, sehingga pertukaran air tawar di tambak perhutani lebih baik. Pertukaran air tawar yang baik membawa nutrisi ke kawasan mangrove untuk mendukung pertumbuhan mikroba pengurai, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih cepat (Dick & Osunkoya 2000). Hal itu diduga menyebabkan laju dekomposisi di tambak perhutani lebih tinggi daripada di tambak tanah timbul. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Flores-Verdugo *et al.* (1987) yang menyatakan bahwa daerah *riverine* dengan pertukaran air tawar tinggi memiliki laju dekomposisi serasah lebih cepat dibandingkan dengan daerah *dwarf* dengan pertukaran air tawar rendah.

Camilleri (1992) dan Ashton *et al.* (1999) menyatakan bahwa dekomposisi serasah dipercepat oleh aktivitas makan makrofauna. Makrofauna memperkecil ukuran serasah, sehingga memperluas permukaan serasah, akibatnya proses dekomposisi lebih optimal dan berjalan lebih cepat. Aktivitas makan *Sesarma* sp. dalam upaya mempercepat proses dekomposisi serasah telah dilaporkan oleh (Sasekumar 1984). Laporan serupa juga pernah disampaikan oleh McKee & Feller (1992) untuk *Goniopsis cruentata* dan *Uca cordatus* yang berperan dalam mempercepat proses dekomposisi serasah. Hasil penelitian Middleton & Mc Kee (2001) menunjukkan bahwa aktivitas makan makrofauna dapat mempercepat dekomposisi serasah daun sebesar 1% per hari. Laporan lain menunjukkan bahwa aktivitas makan

gastropoda membantu proses dekomposisi serasah sebesar 60-80% dalam waktu 42 hari (McKee & Faulkner 2000).

Diduga terdapat hubungan antara aktivitas pasang surut pada setiap stasiun penelitian dengan laju dekomposisi, seperti pernyataan Lugo & Snedaker (1974) dan Odum (1980). Pasang surut menyebabkan serasah terfragmentasi menjadi beberapa bagian, sehingga mempercepat proses dekomposisi (Ashton *et al.* 1999). Robertson *et al.* (1992) menambahkan bahwa dekomposisi serasah daun tiga kali lebih cepat di daerah subtidal dibandingkan daerah intertidal. Twilley *et al.* (1986) melaporkan bahwa daun *Rhizophora mangle* dan *Avicennia germinans* terdekomposisi lebih cepat di daerah dengan penggenangan 190 kali selama periode penelitian daripada di daerah dengan penggenangan 127 kali selama periode penelitian.

Prosentase serasah terdekomposisi meningkat seiring dengan lama perendaman. Hasil sama juga pernah dilaporkan oleh Keiluhu (2000) yang menyatakan bahwa pada kondisi aerob, semakin lama perendaman, dekomposisi serasah semakin besar. Pada saat perendaman serasah, senyawa yang terdapat dalam serasah dirombak menjadi senyawa sederhana. Hal itu semakin meningkatkan kelimpahan mikroba pengurai, karena mikroba tersebut memanfaatkan senyawa sederhana yang dihasilkan serasah. Hal itu dibuktikan Rajendran & Kathiseran (2007) yang menyatakan bahwa kelimpahan bakteri pada serasah daun *A. marina* yang direndam pada hari ke-10 adalah $1,78 \times 10^5$ sel/g, kemudian jumlahnya meningkat menjadi $8,56 \times 10^5$ sel/g pada hari ke-40.

Selama penelitian berlangsung, terjadi perubahan musim, sehingga memungkinkan mempengaruhi dekomposisi serasah. Pengaruh curah hujan terhadap dekomposisi serasah dipelajari oleh Keiluhu (2000). Analisis korelasi menunjukkan bahwa prosentase serasah terdekomposisi di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkorelasi negatif dengan curah hujan ($TS = -0,148$; $TT = -0,585$; $TP = -1,000$). Hal itu menunjukkan bahwa prosentase serasah terdekomposisi meningkat selama musim kemarau. Hal itu diduga karena pada musim kemarau dengan curah hujan rendah, suhu air cenderung lebih tinggi daripada saat musim hujan. Peningkatan suhu turut meningkatkan aktivitas mikroba, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih cepat. Hal itu sesuai dengan penelitian Mackey & Smail (1996) yang menyatakan bahwa waktu yang diperlukan untuk mendekomposisi serasah sebanyak 50% pada musim panas adalah 59 hari, sedangkan pada musim hujan diperlukan 98 hari.

Proses dekomposisi serasah dilakukan oleh mikroba pengurai, sehingga aktivitasnya menentukan laju dekomposisi. Studi mikroba pada dekomposisi serasah dipelajari oleh Pritchett (1979) dan Alrasyid (1988). Beberapa mikroba yang berperan dalam dekomposisi serasah adalah jamur berfilamen (Anandan & Sridhar 2004), bakteri amilolitik, proteolitik, selulolitik dan lipolitik (Mahasneh 2001), serta *N₂-fixing Azotobacter* (Rajendran 1997). Meskipun demikian, jamur adalah mikroba utama dan pertama dalam dekomposisi serasah, kemudian kelompok bakteri (Rajendran 1997). Rajendran & Kathiseran (2007) menunjukkan bahwa dalam serasah daun *A.*

marina ditemukan 19 spesies jamur, 5 genera bakteri heterotrof, dan 3 spesies *Azotobacter*. Dekomposisi serasah oleh jamur dimulai oleh jamur penghasil selulase, yaitu pada hari ke-0 hingga hari ke-21, kemudian jamur penghasil xylanase, yaitu pada hari ke-28 hingga hari ke-60, dan pada hari berikutnya dilakukan oleh jamur penghasil pektinase, amilase, dan protease (Raghukumar *et al.* 2004).

Karakteristik daun, seperti morfologi, anatomi, dan sifat kimia setiap jenis tumbuhan mangrove menghasilkan laju dekomposisi yang berbeda (Steinke *et al.* 1983). Daun *Avicennia* sp. lebih cepat didekomposisi daripada jenis lain, karena tipis dan memiliki kandungan tanin lebih sedikit (Sivakumar & Kathiseran 1990; Steinke *et al.* 1990; Kristensen *et al.* 1995; Middleton & McKee 2001). Hasil penelitian Poovachiranon & Chansang (1982) menunjukkan bahwa daun *A. marina* yang direndam selama 4 minggu terdekomposisi sebesar 50%, sedangkan daun *R. apiculata* terdekomposisi sebesar 32%. Komponen berbeda dalam satu jenis tumbuhan mempunyai waktu dan laju dekomposisi yang berbeda. Hasil penelitian Valk & Attiwill (1984) menunjukkan bahwa pada *A. marina*, daun lebih cepat terdekomposisi daripada akar. Hal itu diperkuat oleh Pribadi (2000) yang menyatakan bahwa di antara komponen tumbuhan mangrove, daun merupakan komponen paling cepat terdekomposisi.

Daun dengan kandungan tanin lebih tinggi, terdekomposisi lebih lambat daripada daun dengan kandungan tanin lebih rendah (McKee 1995). Tanin bersifat toksik bagi mikroba pengurai, sehingga aktivitas mikroba dalam

nendekomposisi serasah terhambat (Steinke *et al.* 1990). Hal itu sesuai dengan hasil penelitian Cundell *et al.* (1979) yang menyatakan bahwa kelimpahan mikroba di permukaan serasah meningkat dengan berkurangnya kandungan tanin, sehingga laju dekomposisi berjalan lebih cepat.

Dekomposisi memengaruhi kandungan nutrisi yang terdapat pada serasah. Oleh karena itu, kandungan nutrisi pada serasah daun *A. marina* di tambak mangrove Desa Blanakan dilaporkan pada penelitian ini. Nutrisi serasah yang diukur adalah karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P).

Kandungan C serasah di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Tabel I-6.

Tabel I-6. Kandungan C serasah pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	C Serasah (%)
Tambak tumpangsari	39,95±1,76 ab
Tambak tanah timbul	44,14±3,71 b
Tambak perhutani	35,31±6,69 a

Keterangan: huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT_{5%}

Tabel I-6 memperlihatkan bahwa hasil uji F memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap C serasah (Lampiran I-13), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa C serasah tertinggi terdapat di tambak tanah timbul dan tambak tumpangsari. Hal itu dimungkinkan aktivitas mikroba pengurai menyebabkan laju dekomposisi lebih cepat. Tetapi, secara umum kandungan C serasah di tambak mangrove Desa Blanakan lebih rendah daripada kawasan mangrove Everglades selatan yang memiliki C serasah sebesar 48% (Davis *et al.* 2003). Namun, kandungan C serasah daun di hutan Taman Wisata Teluk Yotepa, Jayapura, Papua lebih tinggi yaitu

14,13% (Keiluhu 2000). Faktor lain yang memengaruhi C serasah adalah nutrien sedimen dan umur tumbuhan mangrove (Kao & Chang 1998), kondisi mangrove (Bosire *et al.* 2005), jenis serasah, dan kecepatan dekomposisi serasah (Pereira *et al.* 2007).

Kandungan N serasah di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Tabel I-7.

Tabel I-7. Kandungan N serasah pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	N Serasah (%)
Tambak tumpangsari	0,83±0,39
Tambak tanah timbul	1,05±0,19
Tambak perhutani	0,97±0,13

Tabel I-7 memperlihatkan bahwa N serasah pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kandungan N serasah di tambak mangrove Desa Balanakan tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,83-1,05%. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap N serasah (Lampiran I-14). Kandungan N serasah di tambak mangrove Desa Blanakan lebih tinggi daripada kawasan mangrove Twin Cay yang memiliki kandungan N serasah sebesar 0,28% (Feller *et al.* 2002) dan kawasan mangrove Everglades selatan sebesar 0,8% (Davis *et al.* 2003), tetapi lebih rendah daripada kawasan mangrove Taiwan utara yang mencapai 1,3% (Kao & Chang 1998).

Kandungan P serasah di tambak mangrove Desa Blanakan dapat dilihat pada Tabel I-8.

Tabel I-8. Kandungan P serasah pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	P Serasah (%)
Tambak tumpangsari	0,044±0,005
Tambak tanah timbul	0,055±0,008
Tambak perhutani	0,103±0,101

Tabel I-8 memperlihatkan bahwa P serasah pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kandungan P serasah di tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani sebesar 0,044-0,103 %. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap P serasah (Lampiran I-15). Kandungan P serasah di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada kawasan mangrove Twin Cay yang memiliki P serasah sebesar 0,011% (Feller *et al.* 2002) dan kawasan mangrove Everglades selatan sebesar 0,02% (Davis *et al.* 2003), tetapi lebih rendah daripada kawasan mangrove Taiwan utara yang memiliki kandungan P serasah mencapai 0,12% (Kao & Chang 1998).

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam serasah menentukan laju dekomposisi. Serasah yang memiliki N tinggi terdekomposisi lebih cepat (Melillio & Aber 1982; Melillio *et al.* 1984), karena N merupakan unsur utama yang diperlukan oleh mikroba dekomposer untuk menunjang aktivitasnya, yaitu mengurai senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Oleh karena itu, serasah yang memiliki N tinggi mempunyai aktivitas heterotrofik lebih tinggi (Snedaker & Snedaker 1984). Meskipun berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), N serasah di tambak perhutani lebih tinggi daripada tambak

tumpangsari , sehingga laju dekomposisi lebih tinggi daripada tambak tumpangsari.

Studi nutrisi serasah penting untuk kawasan mangrove, karena hal itu merupakan sumber nutrisi bagi perairan sekitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serasah daun *A. marina* di tambak mangrove Blanakan mengandung nutrisi penting bagi perairan, seperti: C, N, dan P. Nutrisi tersebut diharapkan meningkatkan kesuburan tambak mangrove Blanakan, sehingga berpotensi untuk pengembangan tambak udang windu secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Hutan mangrove Blanakan memiliki *single layer* lapisan tajuk dengan satu jenis dominan yaitu *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.
2. Kerapatan pohon mangrove Blanakan berkisar antara 168-200 ind/ha, sedangkan untuk kategori tiang berkisar antara 175-355 ind/ha, Tutupan lahan berkisar antara 40-80%.
3. Produksi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk baik, yaitu 15,89-21,67 ton/ha/tahun.
4. Laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk buruk, yaitu 0,050-0,081 per 2 minggu.

5. Serasah daun *A. marina* di tambak mangrove Blanakan mengandung C sebesar 35,31-44,14%; N sebesar 0,83-1,05%; dan P sebesar 0,044-0,103%,

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan yang telah mendukung secara moril dan materi, sehingga penelitian berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Agus Nurani selaku kepala desa Blanakan, Perum Perhutani Ciasem, dan pengelola kawasan konservasi Blanakan yang telah memberikan izin lokasi untuk berlangsungnya penelitian. Kelengkapan penelitian ini juga berkat dukungan data sekunder dari Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Barat serta Koperasi Unit Desa Mina Bhukti, Blanakan.

DAFTAR ACUAN

- Abdo, M. H. 2005. Physico-chemical characteristics of Abu Za'baal ponds, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 31 (2): 1-15.
- Ahmad, T., M. Tjaronge & E. Suryati, 2003. Performances of tiger shrimp culture in environmentally friendly ponds. *Indonesian Journal of Agriculture Science* 4(2): 48-55.

- Alrasjid, H. 1986. Jalur hijau untuk pengelolaan hutan mangrove Pamanukan, Jawa Barat. *Bulletin Penelitian Hutan* 475: 29-65.
- Alrasyid, H. 1988. Pelepasan unsur karbon organik dan unsur hara mineral lainnya selama pelapukan serasah di areal tegakan sisa hutan alam mangrove Sungai Sepadan, Kalimantan Barat. *Bulletin Penelitian Hutan* 503: 29-44.
- Anandan, K. & K. R. Sridhar. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf and woody litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current Science* 87(10): 1431-1437.
- Ardy, A. 1996. Studi produktivitas dan laju dekomposisi serasah di tambak tumpangsari pola empang parit dengan berbagai komposisi jenis mangrove. Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arifin, Z., D. Adiwidjaya, U. Komarudin, A. Nur, A. Susanto, A. Taslihan, K. Ariawan, M. Mardjono, E. Sutikno, Supito & M. S. Latief. 2007. *Penerapan best management practices (BMP) pada budidaya udang windu (Penaeus monodon Fabricius) intensif*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jepara: 77 hlm.
- Ashton, E. C., P. J. Hogarth & R. Ormond. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia* 413: 77-88.

- Askornkoe, S. 1993. *Ecology and management of mangrove*. IUCN-The World Conservation Union, Bangkok: 176 hlm,
- Bappenas. 2000. *Budidaya udang windu (Palaemonidae/Penaeidae)*. Proyek Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pedesaan, Jakarta.
- Bengen, C. D. 2002. *Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan hutan mangrove*. PKSPLIPB, Bogor.
- Benner, R. & Hodson, R. E. 1985. Microbial degradation of the leachable and lignocellulosic components of leaves and wood from *Rhizophora mangle* in a tropical mangrove swamp. *Marine Ecology Progress Series* 23: 221-223.
- Benner, R., Hatcher, P. G. & Hedges, J. I. 1990. Early diagnosis of mangrove leaves in tropical estuary, bulk chemical characterization using solid-state (super 13) C NMR and element analyses. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54 (7): 2003-2013.
- Bosire, J. O., F. Dahdouh-Guebas, J. G. Kairo, J. Kazungu, F. Dehairs & N. Koedam. 2005. Litter degradation and CN dynamics in reforested mangrove plantations at Gazi Bay, Kenya. *Biological Conservation* 126 (2): 287-295.
- Boyd, C. E. 2001. *Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perikanan*, Terj, dari *Water quality for pond aquaculture*, oleh Sidik, A. S. FPIK, Universitas Mulawarman, Samarinda: vii+496.

- Brown, M. S. 1984. Mangrove leaf litter production and dynamics, Dalam: Snedaker, S. C. & J. G. Snedaker. 1984. *The mangrove ecosystem: research methods*, UNESCO, United Kingdom: 231-238.
- Budiman, A. & Suhardjo. 1992. Penelitian mengenai hutan mangrove di Indonesia: pendayagunaan dan konservasi. *Dalam: Hutomo, M. & S. Soemodihardjo. 1992. Prosiding Lokakarya Nasional Penyusunan Program Penelitian Biologi Kelautan dan Proses Dinamika Pesisir, Semarang: 34-71.*
- Bunt, J. S., Boto, K. G. & Boto, G. 1979. A survey method for estimating potential levels of mangrove forest primary productivity. *Marine Biology* 52: 123-128.
- Camilleri, J. C. 1992. Leaf-litter processing by invertebrates in a mangrove forest in Queensland. *Marine Biology* 114(1): 139-145.
- Chale, F. M. M. 1993. Degradation of mangrove leaf litter under aerobic conditions. *Hydrobiologia* 257 (3): 177-183.
- Chanratchakool, P. 2003. Problems in *Penaeus monodon* culture in low salinity areas. *Aquaculture Asia* 8 (1): 54-56.
- Chapman, U. J. 1977. West coastal formation of Indo-Malesia and Papua New Guinea. *Dalam: Ecosystem of the world I: West coastal ecosystem.* Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam: 261-270.
- Choong, E. T., Wirakusumah, R. S. & Achmadi, S. S. 1990. Mangrove forest resources in Indonesia. *Forest Ecology and Management* 33(34): 45-57.

- Christensen, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* in mangrove in Southern Thailand. *Aquatic Botany* 66: 311-320.
- Clarke, P. J. 1994. Baseline studies of temperate mangrove growth and reproduction, demographic and litter fall measures of leafing and flowering. *Australian Journal of Botany* 42: 37-48.
- Cox, W. G. 1997. *Laboratory manual of general ecology, Seventh edition*. W. C. Brown Publishing, San Diego: 272 hlm.
- Cuevas & P. J. Sajise. 1978. Litterfall and decomposition in a Philippine secondary forest. *Philippine Journal of Biology* 7(2): 90-100.
- Cundell, A. M., Brown, M. S., Stanford, R. & Mitchell, R. 1979. Microbial degradation of *Rhizophora mangle* leaves immersed in the sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 9: 281-286.
- Daniel, P. A. & Robertson, A. I. 1990. Epibenthos of mangrove waterways and open embayment: community structure and the relationship between exported mangrove detritus and epifaunal standing stock. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 31: 599-619.
- Davis, S. E., C. Corronado-Molina, D. L. Childers & J. W. Day. 2003. Temporally dependent C, N, and P dynamics associated with the decay of *Rhizophora mangle* L, leaf litter in oligotrophic mangrove wetlands of the Southern Everglades. *Aquatic Botany* 75: 199-215.
- Dick, T. M. & Osunkoya, O. O. 2000. Influence of tidal restriction floodgates on decomposition of mangrove litter. *Aquatic botany* 68: 273-280.

- Dittmann, S. 2001. Abundance and distribution of small infauna in mangroves of Missionary Bay, North Queensland Australia. *Revista de Biologia tropical* 49 (2).
- Djamaluddin, R. 1995. Kontribusi hutan mangrove dalam penyediaan nitrogen dan fosfor potensial di perairan Likupang Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Thesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Duke, N. C. 1990. Phenological trends with latitude in the mangrove tree *Avicennia marina*. *Journal of Ecology* 78: 113-133.
- Duke, N. C. 2006. Australia's mangroves. The authoritative guide to Australia's mangrove plants. University of Queensland, Brisbane: 200 hlm.
- Ellison, J. C. & S. Simmonds. 2003. Structure and productivity of inland mangrove stands at Lake MacLeod, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 86: 25-30.
- Ewel, K. C., Twilley, R. R. & Ond, J. E. 1998. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7(1): 83-94.
- Faust, M. A. & Gullledge, R. A. 1996. Associations of microalgae and meiofauna in floating detritus at a mangrove island, Twin Cays, Belize. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 197(2): 159-175.
- Feliatra. 2003. Role of nitrifying bacteria in purification process of brackish water ponds (tambak) in Riau Province Indonesia. *Jurnal Natur Indonesia* 5 (2): 133-138.

- Feller, I. C., K. L. Mckee, D. F. Whigham & J. P. O'Neill. 2002. Nitrogen vs phosphorus limitations across an ecotonal gradient in a mangrove forest. *Biogeochemistry* 1-31.
- Fiala, K. & Hernandez, L. 1993. Root biomass of a mangrove forest in southwestern Cuba (Majana). *Ekologia Bratislava* 12(1): 15-30.
- Field, C. D. 1996. Rationale for restoration of mangrove ecosystems. Dalam: Field, C. D. 1996. *Restoration of mangrove ecosystems*. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa: 233-250.
- Flores-Verdugo, F. J., J. W. Day & R. Briseno-Duenas. 1987. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Marine Ecology* 35: 83-90.
- Fromard, F., Puig, H., Mouglin, E., Marty, G., Betoulle, J. L. & Cadamuro, L. 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: New data from French Guiana. *Oecologia* 115(1-2): 39-53.
- Gilbert, A. J. & Jenssen, R. 1998. Use of environmental function to communicate the value of a mangrove ecosystem under different management regimes. *Ecological Economic* 25(3): 323-346.
- Goulter, P. F. E. & W. G. Allaway. 1979. Litterfall and decomposition in a mangrove stand, *Avicennia marina* (Forssk) Vierh., in Middle Harbour Sydney. *Australian Marine and Freshwater Research* 30: 541-546.
- Graaf, G. J. de & Xuan, T T. 1998. Extensive shrimp farming, mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 159-166.

- Hassan, R. 1990. *Garis panduan mutu air untuk temakan ikan dan udang laut*, Risalah Perikanan. Jabatan Perikanan Malaysia: 43 hlm.
- Heald, E. J. 1969. *The production of organic detritus in a south Florida estuary*. Sea grant program, Sea grant Tech. Bull. No. 6. University of Miami, Miami Florida.
- Holmer, M. & Olsen, A. B. 2002. Role of decomposition of mangrove and seagrass detritus in sediment carbon and nitrogen cycling in tropical mangrove forest. *Marine Ecology Progress Series* 230: 87-101.
- Hyde, K. D. 1992. Intertidal mangrove fungi from the west coast of Mexico, including one new genus and two new species. *Mycological Research* 96: 25-30.
- ICAR. 2001. *Soil and water quality management in brackishwater aquaculture*, Central Institute of Brackishwater Aquaculture (Indian Council of Agriculture Research), Chennai: 99 hlm.
- Indiarto, Y., Suhardjono & Mulyadi. 1990. Pola variasi serasah hutan mangrove Pulau Dua, Jawa Barat. *Dalam: Soemodihardjo, S., S. Hardjowigeno, N. Naamin, O. S. R. Ongkosongo & M. Sudomo. 1990. Prosiding Seminar IV Ekosistem Mangrove, Bandar Lampung: 169-173.*
- Joseph, K. O. & Gupta, B. P. 1996. *Shrimp culture: Water quality management*, Central Institute of Brackishwater Aquaculture (Indian Council of Agriculture Research), Madras: 4 hlm.

- Kaly, U. L. & Jones, G. P. 1998. Mangrove restoration: a potential tool for coastal management in tropical developing countries. *Ambio* 27: 656-661.
- Kannan, L. & Vasantha, K. 1992. Microphytoplankton of the Pichavaram mangals, southeast coast of India: species composition and population density. *Hydrobiologia* 247: 77-86.
- Kao, W. & K. Chang. 1998. Stable carbon isotope ration and nutrient contents of the *Kandelia candel* mangrove populations of different growth forms. *Botanical Bulletin Academic Sciences* 39: 39-45.
- Kathiseran, K. & B. I. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystems. *Marine Biology* 40: 81-251.
- Kawaroe, M., D. G. Bengen, M. Eidman & M. Boer. 2001. Kontribusi ekosistem mangrove terhadap struktur komunitas ikan di Pantai Utara Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Pesisir dan Lautan* 3(3): 12-25.
- Keiluhu, H. J. 2000. Pola produksi dan laju dekomposisi daun *Rhizophora mucronata* di Hutan Taman Wisata Teluk Yotefa Kotamadya Jayapura-Papua. Tesis. Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok: 77 hlm.
- Koeshendrajana, S., Dinarwan & D, Susanto. 2003. Analisis sosial ekonomi budidaya udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) di Kabupaten Giayar, Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 8 (7): 9-21.

- Kristensen, E., Holmer, M., Banta, G.T., Jensen, M. H. & Hansen, K. 1995. Carbon, nitrogen and sulphur cycling in sediments of the AO NAM BOR mangrove forest, Phuket, Thailand: A review. *Phuket Marine Biological Centre Research Bulletin* 60: 37-64.
- Kusmana, C. 1995. *Teknik pengambilan contoh data biofisik sumber daya vegetasi wilayah pesisir*. Laboratorium Ekologi Hutan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kusmana, C. 1997. *Metode survey vegetasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kusmana, C., S. Takeda & H. Watanabe. 1994. Litter production of mangrove forest in East Sumatera, Indonesia. *Dalam*: Soemodihardjo, S., P. Wiroatmodjo, S. Bandijono, M. Sudomo & Suhardjo. 1990. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove, Jember: 247-265.
- Lee, K. H., Moran, M. A., Benner, R. & R. E. Hodson. 1990. Influence of soluble components of red mangrove (*Rhizophora mangle*) leaves on microbial decomposition of structur (lignocellulosic) leaf components in seawater. *Bulletin of Marine Science* 46 (2): 374-386.
- Lee, S. Y. 1989. Litter production and turnover of the mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce in a Hongkong tidal shrimp pond. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29: 75-87.
- Li, M. S. 1997. Nutrient dynamics of a Futian mangrove forest in Shenzhen, South China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45: 463-472.

- Liao, B., Zheng, D. & Zheng, S. 1993. Biomass and leaf area index of secondary shrub in mangroves of Qingland Harbour in Hainan Island. *Forest Research* 6(6): 680-685.
- Lopez, P. J. & E. Ezcurra. 1985. Litterfall of *Avicennia germinans* L, in one year cycle in a mudflat at the lagune de Mecoacan Tabasco Mexico. *Biotropica* 71(3): 186-190.
- Lugo, A. E. & S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual review of ecology and systemics* 5: 39-64.
- Mackey, A. P. & G. Smail. 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest. *Hydrobiologia* 332: 93-98.
- Mackey, A. P. 1993. Biomass of the mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. near Brisbane, south-eastern Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 44(5): 721-725.
- Mahasneh, A. M. 2001. Bacterial decomposition of *Avicennia marina* leaf litter from Al-khor (Qatar-Arabian Gulf). *Journal of Biological Sciences* 1(8): 717-719.
- Mall, L. P., Singh, V. P. & Garge, S. 1991. Study of biomass, litter fall, litter decomposition and soil respiration in monogeneric mangrove and mixed mangrove forest of Andaman Island. *Tropical Ecology* 32: 144-152.
- Mansyur, A. & S. Tonnek. 2003. Prospek budidaya bandeng dalam karamba jaring apung laut dan muara sungai. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(3): 79-85.

- Mason, C. F. 1976. *Decomposition*. Department of The Environmental, Oxford: 243 hlm.
- May, J. D. 1999. Spatial variation in litter production by the mangrove *Avicennia marina* var. *australasica* in Rangaunu Harbour, Northland, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 33: 163-172.
- McKee, K. L. & Faulkner, P. L. 2000. Mangrove peat analysis and reconstruction of vegetation history at the Pelican Cays, Belize. *Atoll Research Bulletin* 468: 45-58.
- McKee, K. L. & Feller, I. C. 1992. Factors influencing rates of mangrove leaf litter removal by crabs in Belize. *Bulletin of the Ecological Society of America* 73: 269.
- McKee, K. L. 1995. Seedling recruitment patterns in a Belizean mangrove forest: effects of establishment ability and physico-chemical factors. *Oecologia* 101(4): 448-460.
- Melillio, J. M. & J. D. Aber. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology* 63(3): 621-626.
- Melillio, J. M., R. J. Naiman, J. D. Aber & A. E. Linkins. 1984. Factors controlling mass loss and nitrogen dynamics of plant litter decaying in Northern Streams. *Bulletine of Marine Science* 35(3): 341-356.
- Mfilinge, P. L., Atta, N. & Tsuchiya, M. 2002. Nutrient dynamics and leaf litter decomposition in a subtropical mangrove forest at Oura Bay, Okinawa, Japan. *Trees* 16: 172-180.

- Micheli, F. 1993. Feeding ecology of mangrove crabs in north eastern Australia: mangrove litter consumption by *Sesarma messa* and *Sesarma smithii*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 197: 165.
- Middleton, B. A. & K. L. McKee. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. *Journal of Ecology* 89: 818-828.
- Mishra, R. R., B. Rath & H. Thatoi. 2008. Water quality assessment of aquaculture ponds located in Bhitarkanika mangrove ecosystem, Orissa, India. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 71-77.
- Mndeme, Y. E. S. 1995. Mafia marine resources in peril. *Naga* 18 (2): 12-13.
- Mohamed, A. D. 1996. Mangrove forest: valuable resources under the threat of development. *Ocean Yearbook* 12: 247-269.
- Mokolensang, J. F. & A. Tokuyama. 1998. Litter production of mangrove forests at the Gesashi River. *Bulletine Collection Sciences, University of Ryukyus* 65: 73-79.
- Moriya, H., A. Komoyama & S. Prawiroatmodjo. 1988. Specific characteristics of leaf dynamics. *Dalam: Ogino, K. & M. Chihara. 1988. Biological system of mangrove: A report of east Indonesian mangrove expedition 1986*, Echine University, Tokyo: 123-136.
- Nga, B. T. & Roijackers, R. 2002. Decomposition of *Rhizophora apiculata* leaves in a mangrove-shrimp system at the Thanh Phu state farm, Ben

- Tre province, Viet Nam. Selected papers of the workshop on integrated management of coastal resources in the Mekong delta, Viet Nam: 95-100.
- Nga, B. T. 2004. Post-larvae of the Shrimp *Penaeus monodon* and their Interaction with *Rhizophora apiculata*. Thesis. Wageningen University, Wageningen.
- Nordhaus, I., M. Wolff & K. Diele. 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67(1-2): 239-250.
- Nur, S. H. 2002. Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove secara lestari untuk tambak tumpangsari di Kabupaten Indramayu Jawa Barat. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor: 249 hlm.
- Nuryanto, A. 2003. *Sylvofishery* (mina hutan): Pendekatan pemanfaatan hutan mangrove secara lestari. Makalah Pengantar Falsafah Sains, Progam Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Odum, E. P. 1980. The status of three ecosystem level hypotheses regarding salt marsh estuarine: tidal subsidy, outwelling and detritus based foodchains. *Dalam: Kennedy, V. S. 1980. Estuarine perspective*, Academic Press, New York: 485-495.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-dasar ekologi, Edisi ke-3*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Ohimain, E. I., T. O. Imoobe & D. D. S. Bawo. 2008. Changes in water physico-chemical properties following the degrading of an oil well access canal in the Niger Delta. *World Journal of Agriculture Sciences* 4 (6): 752-758.
- Ong, J. E., W. K. Gong & C. H. Wong. 1982. Productivity and nutrient status of litter in a managed mangrove forest in Malaysia. *Biotrop Special Publication* 17: 32-41.
- Onrizal. 2002. Evaluasi kerusakan kawasan Mangrove dan alternatif rehabilitasinya di Jawa Barat dan Banten. Program Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Onuf, C. P., J. M. Teal & I. Valiela. 1977. Interactions of nutrient, plant growth and herbivory in a mangrove ecosystem. *Ecology* 58: 514-526.
- Pantjara, B., Aliman, M. Mangampa, D. Pongsapan dan Utojo. 2006. Kesesuaian dan pengelolaan lahan budi daya tambak di Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(1): 131-141.
- Pereira, P., I. Cacador, C. Vale, M. Caetano & A. L. Costa. 2007. Decomposition of belowground litter and metal dynamics in salt marshes (Tagus Estuary, Portugal). *Science of The Total Environmental* 380 (1-3): 93-101.
- Perhutani. 1988. *Pedoman pelaksanaan program perhutanan sosial*. Perum Perhutani, Jakarta.

- Pirzan, A. M. & P. R. Pong-Masak. 2008. Hubungan keragaman fitoplankton dengan kualitas air di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Biodiversitas* 9 (3): 217-221.
- Pirzan, A. M., P. R. Pong-Masak dan Utojo. 2006. Keragaman fitoplankton pada lahan budidaya tambak di kawasan pesisir Donggala dan Parigi-Moutong, Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(3): 359-372.
- Poovachiranon, S. & H. Chansang. 1982. Structure of Ao Yao mangrove forest and its contribution to the coastal ecosystem. *Biotrop Special Publication* 17: 101-112.
- Pribadi, R. 2000. Small litterfall and leaf litter decomposition of Bintuni Bay. *Majalah Ilmu Kelautan* 17(5): 1-18.
- Primavera, J. H. 1995. Mangrove and brackish water pond culture in the Philipines. *Hydrobiologia* 295: 303-309.
- Pritchett, W. L. 1979. *Properties and management of forest soils*. John Wiley & Sons, Inc., New York: 92 hlm.
- Purnamawati & E. Dewantoro. 2007. Pemilihan dan pembangunan tambak udang berwawasan lingkungan. *Media Akuakultur* 2(2): 107-112.
- Raghukumar, S., Sharma, S., Raghukumar, C., Sathe, P. V. & Chandramohan, D. 2004. Thrauschytrid and fungal component of marine detritus: laboratory studies on decomposition of leaves of the mangrove *Rhizophora apiculata* Blume. *Journal of Experimental Biology and Ecology* 183(1): 113-131.

- Raine, R. M. 1994. Current land use and changes in land use over time in the coastal zone of Chanthaburi Province, Thailand. *Biological Conservation* 67(3): 201-204.
- Rajendran, N. & K. Kathiseran. 1999. Do decomposing leaves of mangroves attract fishes? *Current Science Bangalore* 77(7): 972-976.
- Rajendran, N. & K. Kathiseran. 2007. Microbial flora associated with submerged mangrove leaf litter in India. *International Journal of Tropical Biology* 55(2): 393-400.
- Rajendran, N. 1997. Studies on mangrove-associated prawn seed resources of the Pichavaram, Southeast of India. Ph. D. Thesis. Annamalai University, India: 131 hlm.
- Rajkaran, A. & J. B. Adams. 2007. Mangrove litter production and organic pools in the Mngazana Estuary, South Africa. *African Journal of Aquatic Science* 32(1): 17-25.
- Ramire-Garcia, P., Lopez-Blanco, J. & Ocana, D. 1998. Mangrove vegetation assessment in the Santiago River mouth Mexico, by means of supervised classification using LandsatTM imagery. *Forest Ecology and Management* 105(1-3): 217-229.
- Raut, D., T. Ganesh, N. V. S. S. Murty & A. V. Raman. 2005. Macrobenthos of Kakinada Bay in the Godavary Delta, East coast of India: comparing decadal changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 609-620.
- Ravichandran, R., S. Anthonisamy, T. Kannuapandi & T. Balasubramanian. 2007. Habitat preference of crabs in Pichavaram mangrove

- environment, Southeast Coast of India. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2 (1): 47-55.
- Robertson, A. I. 1986. Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forests (*Rhizophora* spp.) in northeastern Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 102: 237-248.
- Robertson, A. I. 1988. Decomposition of mangrove leaf litter in tropical Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 166: 235-247.
- Robertson, A. I. 1991. Plant-animal interactions and the structure and the function of mangrove forest ecosystem. *Australian Journal of Ecology* 416: 433.
- Robertson, A. I., Alongi, D. M., Boto, K. G. 1992. Food chain and carbon fluxes. *Dalam: Robertson, A. I., Alongi, D. M. 1992. Tropical mangrove ecosystems. American Geophysical Union, Washington D. C.: 293-326.*
- Roy, S. D. 1997. Study of litterfall and its decomposition in a mangrove stand, South Andaman. *Journal of the Andaman Science Association* 13 (1-2): 119-121.
- Saintilan, N. 1997. Above-and below-ground biomass of mangroves in a sub-tropical estuary. *Marine and Freshwater Research* 48(7): 601-604.
- Sasekumar, A. 1984. Methods for the study of mangrove fauna. *Dalam: Snedaker, S. C. & J. G. Snedaker. 1984. The mangrove ecosystem: research methods, UNESCO, United Kingdom: 145-161.*

- Selvam, V., Azariah, J. & Azariah, H. 1992. Diurnal variation in physical-chemical properties and primary production in the interconnected marine, mangrove and freshwater biotopes of Kakinada coast, Andhra Pradesh, India. *Hydrobiologia* 247: 181-186.
- Setyono, P. & E.S. Soetarto. 2008. Biomonitoring degradasi ekosistem akibat limbah CPO di Muara Sungai Mentaya Kalimantan Tengah dengan metode Elektromorf Isozim Esterase. *Biodiversitas* 9 (3): 232-236.
- Sheridan, P.F. 1997. Bethos adjacent mangrove, seagrass and non-vegetated habitats in Rookery Bay, Florida. USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 455-469.
- Siddiqi, N.A. & Khan, M.A.S. 1996. Planting technique for mangrove on new accretions in the coastal areas of Bangladesh. In "restoration on mangrove ecosystems" (C. Field, ed.), pp. 143-159. International Tropical Timber Organization and International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa.
- Sivakumar, A. & Kathiseran, K. 1990. Phyllophane fungi from mangroves. *Indian Journal of Microbiology* 30(2): 229-231.
- Smith, P.T. 1996. Physical and chemical characteristics of sediment from prawn farm and mangrove habitats on the Clarence River, Australia. *Aquaculture* 146(1-2): 47-83.
- Snedaker, S. C. & Snedaker, J. G. 1984. The mangrove ecosystem: research methods. *Dalam: Snedaker, S. C. & J. G. Snedaker. 1984. The mangrove ecosystem: research methods UNESCO, Paris: 251.*

- Snedaker, S. C. 1978. Mangrove: their value and perpetuation. *Nature and Resources* 14: 6-13.
- Steinke, T. D., Barnabas, A. D. & Somaru, R. 1990. Structural changes and associated microbial activity accompanying decomposition of mangrove leaves in Mgeni estuary (South Africa). *South African Journal of Botany* 56(1): 39-48.
- Steinke, T. D. & Charles, L. M. 1986. In vitro rates of decomposition of leaves of the mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* as affected by temperature and salinity. *South African Journal of Botany* 52: 39-42.
- Steinke, T. D. & Ward, C. J. 1987. Degradation of mangrove litter in the St. Lucia Estuary as influenced by season and exposure. *South Africa Journal of Botany* 53: 323-328.
- Steinke, T. D., G. Naidoo & L. M. Charles. 1983. Degradation of mangrove leaf and stem tissues in situ in Mgeni estuary, South Australia. *Dalam: Teas, H. J. 1983. Biology and ecology of mangroves. Dr. W Junk Publisher, Lancaster: 141-149.*
- Steinke, T.D., Ward, C.J. & Rajh, A. 1995. Forest structure and biomass of mangroves in the Mgeni estuary, South Africa. *Hydrobiologia* 295(1-3): 159-166.
- Stewart, B. A. & Davies, B. R. 1989. The influence of different litter bag designs on the breakdown of leaf material in a small mountain stream. *Hydrobiology* 183: 173-177.

- Strong, A.M. & Bancroft, G.T. 1994. Patterns of deforestation and fragmentation of mangrove and deciduous seasonal forest in the upper Florida Keys. *Bulletin of Marine Science* 54 (3): 795-804.
- Subkhan. 1991. Produksi dan penguraian serasah mangrove di Sungai Talidenden Besar, HPH PT, Bina Lestari, Riau. Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukardjo, S. 1993. The present status of the mangrove forests in the Northern Coast of West Java with special reference to the recent utilization. *Southeast Asian Studies* 31(2): 141-157.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi ekosistem sumberdaya hayati: di wilayah pesisir dan laut tropis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta: 428 hlm.
- Suriani, N.L. 2007. Kualitas air mangrove ditinjau dari sifat fisika-kimia di hutan mangrove Patung Ngurah Rai Tuban Denpasar Selatan Bali. *Ecotrophic* 3 (1): 7-9.
- Tresna, E. 2002. Kondisi hutan mangrove dan komunitas ikan di Perairan Mangrove Teluk Jakarta. Tesis. Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Depok: 91 pp.
- Twilley, R.R., Boderó, A. & Robadue. 1993. Mangrove ecosystem biodiversity and conservation in Ecuador. Dalam: Potter, C.S., J. I. Cohen & D. Janczewski. 1993. *Perspective on biodiversity: case studies of genetic*

- resources conservation and development*. AAAS Press. Washington D. C.: 105-127.
- Twilley, R.R., Gottfried, R.R., Rivera-Monroy, V.H., Zhang, W., Armijos, M.M. & Boderó, A. 1998. An approach and preliminary model of integrating ecological and economic constraints of environmental quality in the Guayas River estuary, Ecuador. *Environmental Science and Policy* 1: 271-288.
- Twilley, R. T., A. E. Lugo & P. Zucca. 1986. Litter production and turnover in Basin Mangrove Forest in Southwest Florida. *Ecology* 67(3): 670-683.
- Valk, A. G. van der & P. M. Attiwill. 1984. Decomposition of leaf and root litter of *Avicennia marina* at Westernport Bay, Victoria Australia. *Aquatic Botany* 18: 205-221.
- Wafar, S., Untawale, A.G. & Wafar, M. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 111-124.
- Welch, R.G. & T. Lindell. 1980. *Ecological effects of waste water*. Cambridge University Press. Cambridge, London: 337 hlm.
- Wibowo. 1988. Pengaruh kebakaran hutan terhadap komposisi permudaan alam di Wanawisata Kalimantan Timur. *Bulletin Penelitian Hutan* 498: 1-10.
- Wiebe, W., D.T. Gerace, L. Flowers, L. Jhonson, C. Ward, B. Oxonford, C. Parker, J. Techirky, S.R. Smith, J. Ellison, D. Mayer, P. Bush, J. Garzo-Ferreira, J. Nivia, L.P.J. Por, J.A. Negelkerken, F.X. Geraldés, J.

- Ramirez, J. Herrera-Silviera, R.O. Sanchez-Arguelles, J.R. Garcia, G. Alleng, K. Bonair, R. Laydoo, R. Varela, E. Klein, D. Bone, D. Perez & D. Linton. 1997. Structure and productivity of mangrove forest in a Greater Caribbean Region. Proceedings of the 8th International Coral Reefs Symposium 1: 669-672.
- Woodroffe, C.D. 1985. Studies of a mangrove basin, Tuff Crater, New Zealand: mangrove biomass and production of detritus. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 20(3): 265-280.
- Woodroffe, C.D., K.N. Bardsley, P.J. Ward & J.R. Hanley. 1988. Production of mangrove litter in a macrotidal embayment, Darwin Harbour, N. T., Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 26(6): 581-59.
- Yani, E. 2005. Perkembangan *Rhizophora mucronata* Lam. dan *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam di Hutan Mangrove Cikiperan Cilacap. Dalam: E. Yuwono, P. Sukardi, E. Hilmi, U. Susilo, S.B.I. Simanjuntak, B. Haryadi dan F.N. Rachmawati. 2005. Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan: pengembangan sains dan teknologi untuk pemanfaatan sumberdaya perairan tropis secara berkelanjutan. Fakultas Biologi dan Program Sarjana Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto: 38-40.
- Zainun, I., S. Budidarsono, Y. Rinaldi & M.C. Adek. 2007. *Socio-economic aspects of brackish water aquaculture (tambak) production in Nanggroe Aceh Darussalam*. ICRAF Southeast Asia, Bogor.



Lampiran I-1. Produktivitas primer komunitas mangrove di beberapa wilayah pesisir Pasifik dan Atlantik [sumber: Lugo & Snedaker (1974); Alongi (1998)]

Lokasi	Produktivitas Primer (gC/m ² /th)		Tipe Mangrove
	Kotor	Bersih	
Fahkahatchee Bay, Florida	5,073	1,752	Mangrove merah, hitam dan putih
Lower Fahka Union River Basin, Florida	4,307	2,737	Mangrove merah, hitam dan putih
Upper Fahka Union River Basin, Florida	3,759	2,409	Mangrove merah, hitam dan button wood
Rookery Bay, Florida	3,258	1,022	Hutan mangrove hitam
Kay Largo, Florida	2,299	1,606	Mangrove merah
Hammcock Forest, Dade Co., Florida	693	474	Mangrove merah
Scrub Forest, Dade Co., Florida	511	0	Mangrove merah
La Parguera, Puerto Rico	2,993	1,606	Mangrove merah
Asia tenggara	-	950-1,950	<i>Rhizophora apiculata</i>
Indonesia	-	495-1,495	Campuran <i>Rhizophora</i> spp,
China	-	1,750	<i>Brugueira sexangula</i>
New Guinea	-	875-1,895	Campuran <i>Rhizophora</i> spp,

Lampiran I-2. Spesies tumbuhan mangrove di Indonesia [sumber: Soegiarto dan Polunin (1982) dalam Supriharyono (2007)]

Famili	Spesies	Penyebaran				
		1	2	3	4	5
Apocynaceae	<i>Cerbera mangkas</i>		x	x	x	x
Bignoniaceae	<i>Dolichandrone</i> sp.			x	x	
Combretaceae	<i>Lumitzera littorea</i>		x	x	x	x
	<i>L. lutea</i>				x	
	<i>L. rasemosa</i>	X	x	x		x
Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	X	x	x	x	x
Flacourtiaceae	<i>Scolopia maerophylla</i>	X	x			
Leguminosae	<i>Cynometra ramiflora</i>			x	x	
	<i>Pithecellobium umbellatum</i>				x	
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	X	x	x	x	X
	<i>X. molucensis</i>	X	x	x	x	X
Myrtaceae	<i>Osbornia octodonta</i>		x	x		X
Palmae	<i>Nypa fruticans</i>	X	x	x		X
	<i>Oncosperma tisillaria</i>	X		x		
Rhizophoraceae	<i>Phoenix paludosa</i>	X				
	<i>Bruguiera cylindrica</i>	X	x	x		X
	<i>B. exarista</i>					X
	<i>B. gymnorhiza</i>	X	x	x	x	X
	<i>B. parviflora</i>	X		x	x	X
	<i>B. sexangula</i>	X		x		X
	<i>B. haenesii</i>					X
	<i>Ceriops decandra</i>	X	x	x		X
	<i>C. tagal</i>	X	x	x	x	X
	<i>Kandelia candae</i>	X				
	<i>Rhizophora apiculata</i>	X	x	x	x	X
	<i>R. mucronata</i>	X	x	x		X
	<i>R. stylosa</i>		x			X
Rubiaceae	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	X	x	x		X
Rutaceae	<i>Paramignya</i> sp.	X	x			
Sonnerataceae	<i>Sonneratia alba</i>	X	x	x	x	X
	<i>S. caseolaris</i>	X	x	x	x	X
	<i>S. ovata</i>	X	x	x	x	X
Sterculiaceae	<i>Heritiera littoralis</i>	X	x	x	x	X
Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>	X	x	x	x	X
	<i>A. marina</i>	X	x	x	x	X
	<i>A. officinalis</i>	X	x	x	x	X
Total	38	27	26	29	26	29

keterangan:

1 = Sumatera

3 = Sulawesi

5 = Papua

2 = Jawa, Bali, Kalimantan

4 = Maluku, Nusa Tenggara

Lampiran I-3a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak tumpangsari

Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	luas (m ²)
Tiuk	Kuadran					
1	1	<i>Avicennia marina</i>	0,83	26,43312102	2,67	0,054849
	2	<i>Avicennia marina</i>	1,1	35,03184713	3,74	0,096338
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	1,03	32,80254777	1,92	0,084467
2	1	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	2,05	0,033639
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,81	25,79617834	2,81	0,052237
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,95	30,25477707	1,94	0,071855
	4	Tidak ada	0	0	0	0
3	1	<i>Avicennia marina</i>	0,87	27,70700637	1,13	0,060263
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,78	24,84076433	3,71	0,048439
	4	Tidak ada	0	0	0	0
4	1	<i>Avicennia marina</i>	0,85	27,07006369	1,23	0,057524
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,72	22,92993631	1,64	0,041274
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
5	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,7	22,29299363	2,11	0,039013
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,71	22,61146497	1,03	0,040135
6	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,85	27,07006369	4,73	0,057524
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
7	1	<i>Avicennia marina</i>	0,75	23,88535032	1,41	0,044785
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
8	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,82	26,11464968	2,55	0,053535
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
9	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	1,82	0,0316
	4	Tidak ada	0	0	0	0
10	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,72	22,92993631	0,82	0,041274
11	1	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	2,12	0,033639
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,77	24,52229299	2,13	0,047205
	4	Tidak ada	0	0	0	0

12	1	<i>Avicennia marina</i>	0,68	21,65605096	4,42	0,036815
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
13	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,83	26,43312102	3,14	0,054849
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,74	23,56687898	4,87	0,043599
	4	Tidak ada	0	0	0	0
14	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,66	21,01910828	1,42	0,034682
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,67	21,33757962	3,47	0,03574
	4	Tidak ada	0	0	0	0
15	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
16	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	0,87	0,032611
	4	Tidak ada	0	0	0	0
17	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,82	26,11464968	1,81	0,053535
	3	<i>Avicennia marina</i>	1,04	33,12101911	3,25	0,086115
	4	Tidak ada	0	0	0	0
18	1	<i>Avicennia marina</i>	0,79	25,15923567	0,32	0,049689
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	2,55	0,032611
	4	Tidak ada	0	0	0	0
19	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,73	23,24840764	1,92	0,042428
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,91	28,98089172	4,75	0,065932
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	4,71	0,032611
	4	Tidak ada	0	0	0	0

Lampiran I-3b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak tumpang Sari

Titik	Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	luas (m ²)
	Kuadran						
1	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		<i>Avicennia marina</i>	0,57	18,15286624	2,86	0,025868
2	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		Tidak ada	0	0	0	0
3	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		Tidak ada	0	0	0	0
4	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		<i>Avicennia marina</i>	0,6	19,10828025	0,53	0,028662
	3		<i>Avicennia marina</i>	0,56	17,8343949	3,13	0,024968
	4		Tidak ada	0	0	0	0
5	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		<i>Avicennia marina</i>	0,36	11,46496815	4,86	0,010318
	3		<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	1,02	0,013384
	4		Tidak ada	0	0	0	0
6	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		Tidak ada	0	0	0	0
7	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		<i>Avicennia marina</i>	0,56	17,8343949	1,4	0,024968
	4		<i>Avicennia marina</i>	0,46	14,64968153	1,67	0,016847
8	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		<i>Avicennia marina</i>	0,6	19,10828025	1,87	0,028662
	4		Tidak ada	0	0	0	0
9	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	2,72	0,009753
	3		<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	3,71	0,00867
	4		<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	1,31	0,014045
10	1		<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	2,71	0,013384
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		Tidak ada	0	0	0	0
11	1		Tidak ada	0	0	0	0
	2		Tidak ada	0	0	0	0
	3		Tidak ada	0	0	0	0
	4		Tidak ada	0	0	0	0

12	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	1,86	0,013384
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
13	1	<i>Avicennia marina</i>	0,51	16,24203822	2,83	0,020709
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
14	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,4	12,7388535	1,13	0,012739
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,57	18,15286624	3,13	0,025868
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	2,73	0,013384
15	1	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	2,87	0,00867
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,48	15,2866242	4,81	0,018344
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
16	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	4,12	0,008153
17	1	<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	3,82	0,014045
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,76	0,008153
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
18	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,43	13,69426752	3,96	0,014721
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
19	1	<i>Avicennia marina</i>	0,6	19,10828025	0,67	0,028662
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,45	14,33121019	1,67	0,016123
	4	Tidak ada	0	0	0	0
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,38	12,10191083	1,31	0,011497
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,37	11,78343949	4,82	0,0109
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,22	0,008153

Lampiran I-4a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak tanah timbul

Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	luas (m ²)
Titik	Kuadran					
1	1	<i>Avicennia marina</i>	0,78	24,84076433	4,76	0,048439
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,74	23,56687898	2,75	0,043599
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	1,14	36,30573248	3,42	0,103471
2	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,68	21,65605096	4,51	0,036815
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	2,32	0,032611
3	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,72	22,92993631	2,53	0,041274
	4	Tidak ada	0	0	0	0
4	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,72	22,92993631	4,79	0,041274
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
5	1	<i>Avicennia marina</i>	0,87	27,70700637	4,35	0,060263
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,85	27,07006369	0,71	0,057524
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,86	27,38853503	2,82	0,058885
6	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,94	29,93630573	2,76	0,07035
7	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,79	25,15923567	1,09	0,049689
8	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	3,61	0,0316
	4	Tidak ada	0	0	0	0
9	1	<i>Avicennia marina</i>	0,75	23,88535032	3,93	0,044785
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,92	29,29936306	1,32	0,067389
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	3,67	0,033639
10	1	<i>Avicennia marina</i>	1,02	32,48407643	1,82	0,082834
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
11	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	1,15	36,62420382	3,78	0,105295
	4	Tidak ada	0	0	0	0

12	1	<i>Avicennia marina</i>	0,87	27,70700637	4,11	0,060263
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	1,05	33,43949045	2,23	0,087779
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	2,44	0,033639
13	1	<i>Avicennia marina</i>	0,93	29,61783439	2,71	0,068861
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,7	22,29299363	4,92	0,039013
14	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	3,33	0,032611
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,81	25,79617834	1,27	0,052237
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,77	24,52229299	2,25	0,047205
15	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,73	23,24840764	2,84	0,042428
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
16	1	<i>Avicennia marina</i>	0,66	21,01910828	4,23	0,034682
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,8	25,47770701	2,38	0,050955
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	4,01	0,033639
17	1	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	4,32	0,032611
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,71	22,61146497	1,72	0,040135
	4	Tidak ada	0	0	0	0
18	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	4,57	0,033639
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,66	21,01910828	1,31	0,034682
19	1	<i>Avicennia marina</i>	0,75	23,88535032	3,78	0,044785
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,66	21,01910828	4,92	0,034682
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,92	29,29936306	1,81	0,067389
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,67	21,33757962	1,06	0,03574

Lampiran I-4b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak tanah timbul

Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	luas (m ²)
Titik	Kuadran					
1	1	<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	4,7	0,014045
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,4	12,7388535	1,61	0,012739
	4	Tidak ada	0	0	0	0
2	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
3	1	<i>Avicennia marina</i>	0,56	17,8343949	4,82	0,024968
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
4	1	<i>Avicennia marina</i>	0,57	18,15286624	1,28	0,025868
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
5	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
6	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	4,57	0,013384
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,57	18,15286624	0,93	0,025868
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	3,88	0,009753
7	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
8	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,54	17,19745223	1,02	0,023217
	4	Tidak ada	0	0	0	0
9	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
10	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
11	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0

12	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,6	19,10828025	2,24	0,028662
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,52	16,56050955	3,57	0,021529
13	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,58	18,47133758	1,95	0,026783
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
14	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
15	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,45	14,33121019	2,56	0,016123
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	4,91	0,01211
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,36	11,46496815	4,67	0,010318
16	1	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	3,21	0,009204
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,38	12,10191083	2,27	0,011497
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	4,05	0,014045
17	1	<i>Avicennia marina</i>	0,44	14,01273885	3,31	0,015414
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	1,66	0,00867
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
18	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,57	18,15286624	4,16	0,025868
	4	Tidak ada	0	0	0	0
19	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0

Lampiran I-5a. Tumbuhan mangrove (kategori pohon) di tambak perhutani

Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	Luas (m ²)
Titik	Kuadran					
1	1	<i>Avicennia marina</i>	0,91	28,98089172	4,32	0,065932
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,92	29,29936306	4,35	0,067389
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	1,9	0,032611
2	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,95	30,25477707	2,22	0,071855
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,93	29,61783439	4,9	0,068861
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,91	28,98089172	3,5	0,065932
3	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	4,63	0,0316
	4	Tidak ada	0	0	0	0
4	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
5	1	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	4,35	0,0316
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	2,87	0,0316
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,9	28,66242038	4,87	0,06449
6	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	2,22	0,0316
	4	Tidak ada	0	0	0	0
7	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	4,61	0,033639
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
8	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
9	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
10	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	4,82	0,0316
11	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0

	4	Tidak ada	0	0	0	0
12	1	<i>Avicennia marina</i>	0,77	24,52229299	2,01	0,047205
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,65	20,70063694	3,24	0,033639
	4	Tidak ada	0	0	0	0
13	1	<i>Avicennia marina</i>	0,64	20,38216561	3,21	0,032611
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,91	28,98089172	2,57	0,065932
	4	Tidak ada	0	0	0	0
14	1	<i>Avicennia marina</i>	0,68	21,65605096	3,41	0,036815
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,73	23,24840764	2,35	0,042428
15	1	<i>Avicennia marina</i>	0,66	21,01910828	3,52	0,034682
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,63	20,06369427	3,38	0,0316
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,73	23,24840764	3,2	0,042428
16	1	<i>Avicennia marina</i>	0,83	26,43312102	4,12	0,054849
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,72	22,92993631	3,13	0,041274
17	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
18	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
19	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0

Lampiran I-5b. Tumbuhan mangrove (kategori tihang) di tambak perhutani

Nomor		Nama Jenis	Keliling (m)	Diameter (cm)	Jarak (m)	luas (m ²)
Titik	Kuadran					
1	1	<i>Avicennia marina</i>	0,6	19,10828025	2,57	0,028662
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	4	0,01211
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,53	16,87898089	4,1	0,022365
2	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,38	12,10191083	6,2	0,011497
3	1	<i>Avicennia marina</i>	0,46	14,64968153	1,4	0,016847
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	4,7	0,00867
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,45	14,33121019	2,84	0,016123
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,55	17,51592357	1,15	0,024084
4	1	<i>Avicennia marina</i>	0,43	13,69426752	2,03	0,014721
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	0,6	0,00867
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,37	11,78343949	1,66	0,0109
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	3,97	0,013354
5	1	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	3,95	0,00867
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	4,16	0,00867
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,37	11,78343949	1,85	0,0109
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,36	11,46496815	2,62	0,010318
6	1	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	2,03	0,01211
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,36	11,46496815	2,83	0,010318
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	1,33	0,00867
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	1,72	0,009753
7	1	<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	1,22	0,014045
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,44	14,01273885	4,82	0,015414
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,37	11,78343949	1,35	0,0109
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	0,91	0,00867
8	1	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	3,7	0,01211
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,44	14,01273885	1,02	0,015414
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,47	14,96815287	2,23	0,017588
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	2,17	0,01211
9	1	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	1,25	0,009204
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,17	0,008153
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	3,44	0,00867
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	2,05	0,01211
10	1	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	3,13	0,008153
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	1,98	0,013384
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,45	14,33121019	1,8	0,016123
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	0,74	0,00867
11	1	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,45	0,008153
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	1,67	0,009753
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	1,23	0,009204
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,5	15,92356688	2,64	0,019904

12	1	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	3,05	0,009204
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	1,27	0,009753
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,51	16,24203822	2,11	0,020709
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,47	14,96815287	1,97	0,017588
13	1	<i>Avicennia marina</i>	0,4	12,7388535	2,12	0,012739
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,43	13,69426752	4,13	0,014721
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	Tidak ada	0	0	0	0
14	1	<i>Avicennia marina</i>	0,52	16,56050955	0,54	0,021529
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	2,43	0,00867
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	1,32	0,01211
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,36	11,46496815	4,67	0,010318
15	1	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	2,61	0,009753
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,53	16,87898089	1,87	0,022365
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,56	17,8343949	2,45	0,024968
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,52	16,56050955	3,16	0,021529
16	1	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	2,21	0,008153
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,48	15,2866242	2,13	0,018344
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,39	12,42038217	0,38	0,01211
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	0,62	0,009204
17	1	<i>Avicennia marina</i>	0,41	13,05732484	1,95	0,013384
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	1,06	0,009204
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,42	13,37579618	3,19	0,014045
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	2,05	0,008153
18	1	<i>Avicennia marina</i>	0,34	10,82802548	3,08	0,009204
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	1,47	0,00867
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,21	0,008153
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	1,66	0,00867
19	1	<i>Avicennia marina</i>	0,37	11,78343949	2,22	0,0109
	2	Tidak ada	0	0	0	0
	3	Tidak ada	0	0	0	0
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	3,39	0,00867
20	1	Tidak ada	0	0	0	0
	2	<i>Avicennia marina</i>	0,35	11,14649682	1,62	0,009753
	3	<i>Avicennia marina</i>	0,32	10,1910828	1,27	0,008153
	4	<i>Avicennia marina</i>	0,33	10,50955414	2,09	0,00867

Lampiran I-6. Produksi serasah di berbagai hutan mangrove

Location	Species	Litter production (t*ha ⁻¹ *yr ⁻¹)	Reference
Guyana (South America)	<i>A. germinans</i>	17.71	Chale, 1996
Macapan-Ague Brava Lagoon (Mexico)	Mixed forest	14.71	Flores-verdugo <i>et al</i> , 1990
Armuda (North America)	Mixed forest	9.40	Ellison, 1997
Donny estuary (Nigeria)	<i>R. racemosa</i>	8.46	Abbey-Kalio, 1992
	<i>A. africana</i>	6.41	
	<i>Laguncularia</i> sp.	8.18	
South Africa	Mixed forest	4.50	Steinke and Ward, 1990
Pazi Bay (Kenya)	<i>R. mucronata</i>	0.02	Slim <i>et al</i> , 1996
	<i>C. Tagal</i>	0.01	
Andaman Island (India)	Mixed Forest	7.10 – 8.50	Mall <i>et al</i> , 1991 Dagar and shama, 1993 Dagar and shama, 1991
	<i>B. gymnorhiza</i>	5.11 – 7.09	
	<i>R. apiculata</i>	8.08 – 10.30	
Andovi-Zuari Estuary (India)	<i>R. apiculata</i>	11.70	Wafer <i>et al</i> , 1997
	<i>R. mucronata</i>	11.10	
	<i>S. alba</i>	17.00	
	<i>A. officinalis</i>	10.20	
Ly River Estuary (New Guinea)	Mixed forest	8.00 – 14.00	Twilley <i>et al</i> , 1992
Latang mangal (Malaysia)	Mixed forest	3.90	Gong and Ong, 1990
Peris Bay, NSW (Australia)	<i>A. marina</i>	3.10	Clarke, 1994
	<i>A. corniculatum</i>	2.10	
Mbley River (Australia)	<i>R. stylosa</i>	12.23	Conacher <i>et al</i> , 1996
	<i>C. tagal</i>	5.39	
	<i>A. marina</i>	6.28	
Australia	<i>A. marina</i>	15.98	Bunt, 1995
	<i>R. stylosa</i>	23.69	
	<i>C. tagal</i>	12.90	

Sumber: Kathiseran dan Bingham (2001)

Lampiran I-7. Produksi serasah daun *A. marina* di tambak tumpangsari

Periode	Berat Serasah (g/m ² /2 minggu)											
	Pohon 1				Pohon 2				Pohon 3			
	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4
1	69	57	44	47	29	40	37	34	36	28	39	23
2	74	83	75	82	60	74	54	73	83	68	70	63
3	103	117	110	120	42	85	81	92	93	90	87	75
4	92	112	120	93	75	81	72	75	97	108	120	97
5	104	97	114	93	96	104	91	87	98	90	92	95
6	98	89	103	91	88	95	87	86	92	90	91	86

Lampiran I-8. Produksi serasah daun *A. marina* di tambak tanah timbul

Periode	Berat serasah (g/m ² /2 minggu)											
	Pohon 1				Pohon 2				Pohon 3			
	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4
1	46	47	85	96	47	80	77	81	69	60	90	78
2	56	62	110	113	43	75	60	90	73	80	102	108
3	37	58	101	80	31	59	26	65	50	78	78	87
4	20	42	84	50	40	40	46	64	42	48	46	77
5	58	59	87	80	61	59	72	71	56	53	67	87
6	49	55	82	84	59	62	69	70	54	51	63	88

Lampiran I-9. Produksi serasah daun *A. marina* di tambak perhutani

Periode	Berat serasah (gram/ m ² / 2 minggu)											
	Pohon 1				Pohon 2				Pohon 3			
	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4	Trap 1	Trap 2	Trap 3	Trap 4
1	70	59	67	60	59	57	87	78	78	72	88	109
2	110	94	92	97	92	87	78	101	85	94	90	74
3	99	102	87	91	106	110	106	104	108	120	91	100
4	102	92	79	90	101	90	95	97	92	105	92	97

Lampiran I-10. Hasil uji F diameter batang

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	23,6	11,8	0,67	3,00	4,79
Galat	91	1607,1	17,7			
Total	93	1630,6				

Lampiran I-11. Hasil uji F produksi serasah

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	43,5	21,7	1,44	5,79	13,27
Galat	5	75,3	15,1			
Total	7	118,8				

Lampiran I-12. Hasil uji F laju dekomposisi serasah

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	0,00211	0,00106	1,04	4,10	7,56
Galat	10	0,01018	0,00102			
Total	12	0,01229				

Lampiran I-13. Hasil uji F C serasah

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	234,5	117,2	5,70*	3,68	6,36
Galat	15	308,4	20,6			
Total	17	542,9				

Lampiran I-14. Hasil uji F N serasah

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	0,0520	0,0260	0,73	3,68	6,36
Galat	15	0,5379	0,0359			
Total	17	0,5899				

Lampiran I-15. Hasil uji F P serasah

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	2	0,01168	0,00584	1,71	3,68	6,36
Galat	15	0,05123	0,00342			
Total	17	0,06291				



MAKALAH II

**KORELASI POTENSI VEGETASI MANGROVE DENGAN KOMUNITAS
LANKTON DAN FAKTOR ABIOTIK DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN**

Makalah II

KORELASI POTENSI VEGETASI MANGROVE DENGAN KOMUNITAS PLANKTON DAN FAKTOR ABIOTIK DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN

Joni Haryadi D

ABSTRAK

Korelasi potensi vegetasi mangrove dengan komunitas plankton dan faktor abiotik di tambak terbuka (TB), tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT), dan tambak perhutani (TP) di tambak mangrove Blanakan telah diteliti dari Maret-Juni 2008. Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan menyaring air tambak pada setiap stasiun penelitian dengan menggunakan plankton net no. 25. Hasil analisis *pearson correlation* menunjukkan bahwa vegetasi mangrove berkorelasi positif dengan jumlah spesies, kelimpahan dan indeks keragaman, namun berkorelasi negatif dengan indeks keseragaman dan indeks dominasi. Komunitas plankton relatif stabil dengan nilai H' 1,51-2,34; nilai E 0,66-0,89; dan nilai D 0,16-0,32. Vegetasi mangrove dapat meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton. Faktor abiotik yang diamati yaitu suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, dan TDS. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan pH di TB, TS, TT, dan TP adalah berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), tetapi salinitas, DO, kecerahan, dan TDS berbeda sangat nyata ($p < 0,01$). Tambak tumpangsari merupakan lokasi paling mendukung untuk pengembangan budidaya tambak udang windu.

Kata kunci: *pearson correlation*; vegetasi mangrove Blanakan; komunitas plankton; faktor abiotik

PENDAHULUAN

Komunitas plankton terutama fitoplankton berperan penting dalam ekosistem mangrove. Menurut Robertson *et al.* (1992), produktivitas fitoplankton di perairan mangrove mencapai 10-700 mgC/m³/hari. Robertson

& Blaber (1992) menyatakan bahwa kontribusi fitoplankton terhadap total produktivitas bersih ekosistem mangrove berkisar antara 20-50%.

Lebih lanjut, Selvam *et al.* (1992) melaporkan bahwa produktivitas fitoplankton di perairan mangrove empat kali lebih tinggi daripada di lautan terbuka.

Kelimpahan zooplankton di perairan mangrove sangat tinggi, yaitu mencapai 105 ind/m³ atau biomassa sebesar 623 mg/m³ (Kathesiran & Bingham 2001). Hal itu menjadikan perairan mangrove berfungsi sebagai daerah perawatan beragam jenis larva ikan (Dennis 1992; Tzeng & Wang Yu 1992; Alvarez-Leon 1993; Matheson & Gilmore 1995). Laroche *et al.* (1997) melaporkan bahwa di perairan mangrove Madagaskar ditemukan 60 jenis juvenil ikan, di perairan mangrove laguna Southwest, New Caledonia ditemukan 262 jenis ikan dan 30% merupakan juvenil ikan karang (Thollot 1992).

Kelimpahan plankton di perairan mangrove dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Rendahnya keragaman plankton di habitat *Rhizophora* berhubungan dengan lepasnya tanin dari akar serta dekomposisi daun dan batang (Robertson & Blaber 1992). Populasi fitoplankton juga dipengaruhi salinitas dan suhu (Adesalu & Nwanko 2008), sehingga komunitasnya bervariasi menurut musim (Mani 1994; Mwaluma *et al.* 2003, Saravanakumar *et al.* 2007). Hasil penelitian Lacerda *et al.* (2004) menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di perairan mangrove Itamaraca-Pernambuco, Brazil

pada musim panas adalah 205.000-1.210.000 ind/L, sedangkan pada musim dingin mencapai 230.000-2.510.000 ind/L.

Struktur komunitas plankton banyak dipelajari di kawasan mangrove, terutama pada lokasi yang berpotensi untuk pengembangan tambak . Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa korelasi antara vegetasi mangrove tambak mangrove Blanakan dengan komunitas plankton dan faktor abiotik untuk pengembangan tambak .

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan dari Maret-Juni 2008 di tambak mangrove Blanakan Kabupaten Subang Jawa Barat. Sampling dilakukan di empat stasiun berdasarkan jenis tambak yaitu: tambak terbuka (TB), tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT) dan tambak perhutani (TP).

Faktor abiotik yang diamati, meliputi: suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), *Dissolved Oxygen* (DO), kecerahan diukur secara *in situ*, sedangkan *Total Dissolved Solid* (TDS) secara *ex situ*. Suhu, pH, dan DO diukur menggunakan *Water quality checker* YSI 556 NPS, salinitas menggunakan *hand refractometer*, dan kecerahan menggunakan *seechi disc*. *Total Dissolved Solid* dianalisis di Laboratorium Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Perikanan Budidaya Air Tawar, Sukamandi.

Pengambilan sampel plankton secara komposit di perairan tambak mangrove sebanyak 10 liter pada *outlet*, *intlet*, dan badan air pada setiap stasiun, dan dipekatkan menggunakan plankton net no.25 menjadi 15 ml. Sampel air dipipet sebanyak 9 ml dan dimasukkan dalam botol sampel berisi formalin 40 % sebanyak 1 ml dan diberi label untuk setiap lokasi. Sampel plankton diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Sachlan (1982), Graham (2000), dan John *et al.* (2000).

Analisis komunitas plankton dihitung menggunakan indeks keragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi yaitu:

1. Indeks keragaman menggunakan persamaan Shannon's (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$$

Keterangan:

H' = indeks keragaman

P_i = n_i/N

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = total individu

2. Indeks keseragaman menggunakan persamaan Pielou (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$E = H'/\ln S$$

Keterangan:

E = indeks keseragaman

H' = indeks keragaman

S = jumlah spesies

3. Indeks dominansi menggunakan persamaan Simpson (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$D = \sum(n_i/N)^2$$

keterangan:

D = indeks dominansi

n_i = jumlah individu pada spesies ke- i

N = total individu

Data suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, dan TDS dianalisis secara statistik menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Data kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi dianalisis secara deskriptif. Hubungan antara kerapatan pohon, kerapatan tihang, tutupan, produksi serasah, laju dekomposisi, dan C, N, P serasah dengan jumlah spesies, kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi plankton diketahui dengan *Pearson Correlation* menggunakan software Minitab 14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Abiotik

Kualitas air yang terdiri dari suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, TDS, dan kedalaman merupakan faktor abiotik tambak mangrove Desa Blanakan pada setiap stasiun penelitian disajikan pada Tabel II-1.

Tabel II-1. Faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian

Peubah	TB	TS	TT	TP
Suhu (°C)	30,70±1,70	31,54±0,95	30,30±0,87	31,18±0,71
Salinitas (ppt)	10,80±0,96 a	7,40±1,97 a	25,80±2,06 b	9,00±2,16 a
pH	7,55±0,35	7,59±0,12	7,24±0,55	7,70±0,48
DO (ppm)	7,00±0,71 a	6,75±1,08 a	2,53±0,49 b	6,95±1,11 a
Kecerahan (cm)	83±6,27 a	56,13±10,41 b	41±6,63 b	63,75±17,02 ab
TDS (ppm)	19,98±1,32 a	18,21±4,05 a	40,2±4,72 b	12,51±1,62 c

Keterangan: TB = tambak terbuka, TS = tambak tumpangsari, TT = tambak tanah timbul, TP = tambak perhutani. Huruf sama pada baris sama, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT_{5%}

Tabel I-1 memperlihatkan bahwa kualitas air pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Suhu air di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul dan tambak perhutani adalah berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) (Lampiran II-1), yaitu 30,30-31,54°C. Suhu air di tambak mangrove Blanakan normal untuk kawasan mangrove tropis, yaitu 27-34°C (Ogunwenmo *et al.* 2004; Suriani 2007; Mishra *et al.* 2008), 27-30,84°C (Nur 2002; Tresna 2002; Yani 2005), dan sesuai untuk budidaya tambak yang berkisar antara 28-32°C (ACIAR, 2001).

Derajat keasaman (pH) di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani adalah berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) (Lampiran II-2) dan cenderung basa yaitu 7,24-7,70. Derajat keasaman di tambak mangrove Blanakan normal untuk kawasan mangrove, yaitu 6,5-9,2 (Ogunwenmo *et al.* 2004; Suriani 2007; Mishra *et al.* 2008; Ohimain *et al.* 2008), 4,66-7,94 (Nur 2002; Tresna 2002; Pantjara *et al.* 2006; Pirzan *et al.* 2006), dan sesuai untuk budidaya tambak yang berkisar antara

7,5-8,5 (ACIAR 2001), tetapi pH air di tambak terbuka sedikit lebih tinggi daripada kawasan mangrove lain.

Salinitas di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 7,40-25,80 ppt. Salinitas di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran II-3). Salinitas di tambak tanah timbul lebih tinggi daripada tambak terbuka, tambak tumpang sari, dan tambak perhutani. Hal itu karena tambak tanah timbul berbatasan langsung dengan pantai, sehingga lebih banyak menerima air laut daripada air tawar, terutama saat pasang. Kathiseran & Bingham (2001) menyatakan bahwa salinitas di kawasan mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: iklim, hidrologi, topografi, dan aktivitas pasang-surut. Salinitas di tambak mangrove Blanakan normal untuk kawasan mangrove, yaitu 15-41 ppt (Gunarto *et al.* 2002; Pirzan & Gunarto 2004; Pirzan *et al.* 2006), 15 - 33,33 ppt (Nur 2002; Tresna 2002; Yani 2005; Pantjara *et al.* 2006; Pirzan *et al.* 2006). Salinitas di tambak terbuka dan tambak tanah timbul sesuai untuk budidaya tambak, yaitu 10-35 ppt (ACIAR 2001), sedangkan tambak tumpang sari dan tambak perhutani belum optimal.

Konsentrasi DO di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 2,53-7,00 ppm. Konsentrasi DO di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran II-4). Konsentrasi DO di tambak terbuka, tambak tumpang sari dan tambak perhutani lebih tinggi daripada tambak tanah timbul. Hal itu diduga karena tambak tanah timbul mengandung banyak bahan organik yang

berasal dari laut, sehingga DO yang tersedia digunakan untuk merombak bahan organik. Konsentrasi DO di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: suhu, respirasi tumbuhan dan hewan, serta kandungan bahan organik (ACIAR 2001). Konsentrasi DO di tambak mangrove Blanakan normal untuk kawasan mangrove, yaitu 1,39-8,30 ppm (Tripathy *et al.* 2005; Mishra *et al.* 2008), 4,66-7,94 ppm (Nur 2002; Tresna 2002), tetapi DO di tambak tanah timbul lebih rendah daripada kawasan mangrove lain. Konsentrasi DO di tambak terbuka, tambak tumpang sari dan tambak perhutani sesuai untuk budidaya tambak, yaitu 3-9 ppm (ACIAR 2001), sedangkan untuk tambak tanah timbul belum sesuai.

Kecerahan di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 41-83 cm. Kecerahan di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran II-5). Kecerahan di tambak terbuka lebih tinggi daripada tambak tumpang sari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani. Rendahnya kecerahan di tambak tumpang sari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani diduga terkait dengan tumbuhan mangrove di ketiga lokasi tersebut. Kathiseran (2003) menyatakan bahwa hutan mangrove berperan penting sebagai penjebak sedimen, yaitu menginduksi sedimentasi partikel tanah pada saat pasang terendah. Hal itu mengakibatkan cahaya matahari tidak dapat menembus dasar perairan. Kecerahan di tambak mangrove Desa Blanakan normal untuk kawasan mangrove, yaitu 7,2-80 cm (Onyema 2007; Adesalu &

Nwankwo 2008). Kecerahan di tambak mangrove belum sesuai untuk budidaya tambak, yaitu 25–40 cm (ACIAR 2001).

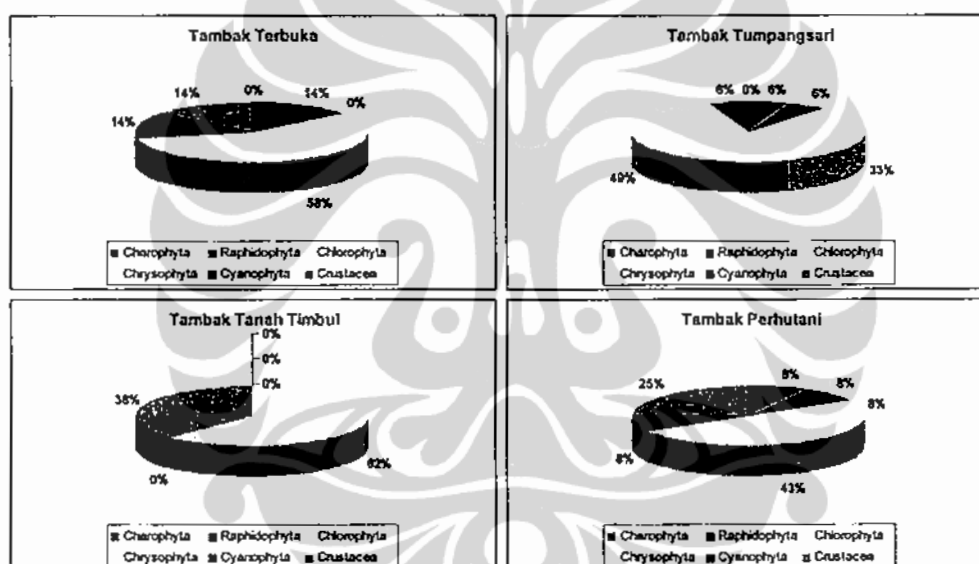
Konsentrasi TDS di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 12,51–40,20 ppm. Konsentrasi TDS di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) (Lampiran II-6), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa TDS tertinggi terdapat di tambak tanah timbul. Hal itu diduga karena sedimentasi di tambak tanah timbul sangat besar, sehingga banyak padatan yang terlarut di lokasi tersebut. Konsentrasi TDS di tambak mangrove Blanakan normal untuk kawasan mangrove, yaitu 7,45–32,040 ppm (Abdo 2005; Suriani 2007; Mishra *et al.* 2008; Ohimain *et al.* 2008; Setyono & Soetarto 2008).

Struktur komunitas plankton

Kawasan mangrove merupakan habitat yang cocok untuk beragam plankton. Jumlah genera plankton di tambak mangrove Blanakan mencapai 27 genera, yaitu 23 genera fitoplankton dan 4 genera zooplankton. Jumlah genera plankton di tambak mangrove Desa Blanakan lebih banyak daripada tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu yang memiliki 24 genera (Nur 2002) dan Muara Badak, Kalimantan Timur yang memiliki 26 genera (Dianthani 2003), tetapi lebih sedikit daripada Teluk Manado yang memiliki 33 genera (Rimper 2002) dan perairan Sungai Maranak Kabupaten Maros yang memiliki 55 genera (Amin & Jompa 2006). Hal itu diduga karena perbedaan

aktivitas pasang surut di lokasi tersebut. Hasil penelitian Amin & Jompa (2006) menunjukkan bahwa di sepanjang aliran sungai Maranak Kabupaten Maros pada saat pasang tertinggi diperoleh 42 genera, yaitu 25 genera fitoplankton dan 17 genera zooplankton, sedangkan pada surut terendah diperoleh 47 genera, yaitu 24 genera fitoplankton dan 23 genera zooplankton.

Komposisi plankton di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar II-1.



Gambar II-1. Komposisi plankton pada setiap stasiun penelitian

Gambar II-1 memperlihatkan bahwa komposisi plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Komposisi plankton di tambak terbuka terdiri atas 7 genera, yaitu 58% Chrysophyta dan 14% masing-masing untuk Raphidophyta, Cyanophyta, dan Crustacea. Komposisi plankton di tambak tumpangsari terdiri atas 18 genera, yaitu 49% Chrysophyta, 33% Chlorophyta, dan 6% masing-masing untuk Charophyta, Raphidophyta, dan Cyanophyta. Komposisi plankton di tambak tanah timbul terdiri atas 8 genera, yaitu 62%

Chrysophyta dan 38% Crustacea. Komposisi plankton di tambak perhutani terdiri atas 12 genera, yaitu 43% Chrysophyta, 25% Crustacea, dan 8% masing-masing untuk Charophyta, Raphidophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta.

Jenis fitoplankton yang mendominasi tambak mangrove Blanakan adalah Chrysophyta (Gambar II-1). Hal itu karena Chrysophyta merupakan fitoplankton kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim, mudah beradaptasi, dan daya reproduksi sangat cepat (Yunus & Aslianti 1987). Beberapa peneliti melaporkan bahwa Chrysophyta merupakan fitoplankton yang mendominasi di beberapa kawasan mangrove (Santra *et al.* 1991; Kannan & Vasantha 1992; Mani 1992; Chaghtai & Saifullah 1992).

Jenis zooplankton yang mendominasi tambak mangrove Blanakan adalah Crustacea (Gambar II-1). Hal itu karena kawasan mangrove merupakan tempat untuk perawatan (*nursery ground*) beberapa larva udang dan kepiting (Sheridan & Hays 2003). Dominansi crustaceae di tambak mangrove Desa Blanakan juga sesuai dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa copepoda dan zoea brachyuran merupakan zooplankton yang secara umum melimpah di kawasan mangrove (Dittel & Epifanio 1990; Ambler *et al.* 1991; Godhantaraman 1994).

Kelimpahan plankton di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel II-2.

Tabel II-2. Kelimpahan setiap jenis plankton pada setiap stasiun penelitian

Komposisi Jenis	Kelimpahan (ind/L)			
	TB	TS	TT	TP
Fitoplankton				
<i>Netrium sp.</i>	-	33	-	330
<i>Gonyostomum sp.</i>	33	33	-	66
<i>Zignema sp.</i>	-	33	-	-
<i>Oocystis sp.</i>	-	165	-	-
<i>Rhodoplax schinzii</i>	-	198	-	-
<i>Schroederia setigera</i>	-	33	-	-
<i>Haematococcus sp.</i>	-	33	-	-
<i>Sphaeroplea sp.</i>	-	33	-	-
<i>Polytoma sp.</i>	-	-	-	33
<i>Melosira sp.</i>	33	99	-	-
<i>Pinnularia sp.</i>	66	-	33	693
<i>Navicula sp.</i>	33	66	198	2409
<i>Cilindrotheca closterium</i>	33	132	33	-
<i>Cyclotella sp.</i>	-	99	-	-
<i>Cymbella sp.</i>	-	33	33	1419
<i>Gyrogsigma sp.</i>	-	33	-	66
<i>Rhizosolenia sp.</i>	-	-	-	33
<i>Pleurosigma sp.</i>	-	33	-	-
<i>Amphileura sp.</i>	-	-	66	-
<i>Chaetoceros sp.</i>	-	99	-	-
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	-	33	-	-
<i>Oscillatoria sp.</i>	297	627	-	-
<i>Nostoc sp.</i>	-	-	-	165
Zooplankton				
Prezoea	-	-	-	33
Nauplius	66	-	33	330
<i>Paracalanus sp.</i>	-	-	99	-
<i>Hyperia sp.</i>	-	-	132	66
Total	561	1815	627	5643

Keterangan: TB = tambak terbuka, TS = tambak tumpangsari, TT = tambak tanah timbul, TP = tambak perhutani

Tabel II-2 memperlihatkan bahwa kelimpahan plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kelimpahan plankton di tambak terbuka adalah 561 ind/l yang terdiri atas 52,94% *Oscillatoria sp.*, di tambak tumpangsari terdapat 1.815 ind/l yang terdiri atas 34,55% *Oscillatoria sp.*, di

tambak tanah timbul terdapat 627 ind/l yang terdiri atas 31,58% *Navicula* sp., dan di tambak perhutani terdapat 5.643 ind/l yang terdiri atas 42,69% *Navicula* sp. Perbedaan kelimpahan plankton pada setiap stasiun penelitian dimungkinkan karena perbedaan faktor pembatas. Wiadnyana & Wagey (2004) menyatakan bahwa faktor pembatas terhadap plankton adalah suhu, cahaya, unsur hara, dan pemangsa oleh predator.

Kelimpahan plankton cenderung menurun ke arah laut, yaitu 5643 ind/l di tambak perhutani menjadi 627 ind/l di tambak terbuka. Hal itu diduga karena faktor abiotik di tambak terbuka berfluktuasi sangat besar, terutama salinitas dan sedimentasi. Kathiseran & Bingham (2001) menyatakan bahwa tingkat kekeruhan yang tinggi, salinitas yang berfluktuasi, dan minimnya regulasi air menyebabkan penetrasi cahaya sangat rendah, sehingga membatasi kelimpahan plankton.

Kelimpahan plankton tertinggi terdapat di tambak perhutani (Tabel II-1). Hal itu diduga karena faktor abiotik di tambak perhutani mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan plankton. Faktor abiotik yang menunjukkan perbedaan ($p < 0,05$ dan $p < 0,01$) pada setiap stasiun penelitian adalah salinitas, DO, TDS, dan kecerahan.

Organisme perairan tropis hidup pada kisaran suhu tertentu, sehingga perubahan relatif kecil dan tiba-tiba mengakibatkan perubahan terhadap kondisi fisiologis, bahkan menimbulkan kematian (Wiadnyana & Wagey 2004). Hasil penelitian Lee (1990) menunjukkan bahwa musim panas dengan temperatur tinggi meningkatkan kelimpahan fitoplankton. Ray & Rao (1964)

menyatakan bahwa suhu perairan optimum untuk pertumbuhan plankton adalah 20-30° C. Tabel II-1 memperlihatkan bahwa suhu air di tambak mangrove Blanakan, yaitu 30,30- 31,54° C. Hal itu menunjukkan bahwa suhu perairan tambak mangrove Blanakan sesuai untuk pertumbuhan plankton.

Hubungan antara kelimpahan plankton dengan salinitas air telah dipelajari dengan baik oleh Mani (1994). Salinitas di tambak perhutani secara nyata ($p < 0,05$) lebih rendah daripada tambak terbuka. Pada salinitas tinggi, konsentrasi kalsium dan magnesium sangat tinggi. Kalsium dan magnesium mengendapkan fosfat, sehingga meningkatkan kekeruhan dan mengurangi sediaan fosfat terlarut di perairan, sehingga membatasi pertumbuhan fitoplankton (Ciferri 1983). Pernyataan tersebut dibuktikan oleh Yunus *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa *Spirulina* sp. yang dikultur pada salinitas 30 ppt menghasilkan kelimpahan yang lebih rendah dibandingkan pada salinitas 5 ppt.

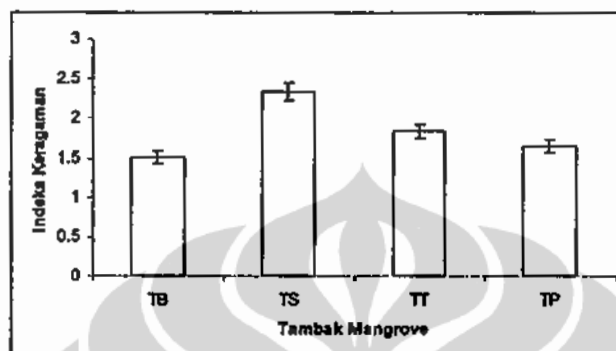
Konsentrasi DO di tambak perhutani secara nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dari tambak tanah timbul. Oksigen terlarut dimanfaatkan oleh plankton untuk proses metabolisme. Pada kisaran tertentu, semakin tinggi DO, maka semakin tinggi laju metabolisme, sehingga pertumbuhan dan perkembangan optimal. Oleh karena itu, pada perairan dengan DO tinggi cenderung memiliki kelimpahan plankton yang tinggi pula.

Konsentrasi TDS di tambak perhutani secara nyata ($p < 0,05$) lebih rendah daripada stasiun lainnya. Mintardjo *et al.* (1985) menyatakan bahwa kecerahan perairan optimum untuk pertumbuhan plankton adalah 12,1 - 35

cm. Kecerahan tambak mangrove Blanakan yaitu 41,2-83 cm. Hal itu menunjukkan bahwa kecerahan tambak mangrove Blanakan sesuai untuk pertumbuhan plankton. Tingkat kecerahan menunjukkan luas area fotosintesis. Semakin tinggi tingkat kecerahan, area fotosintesis semakin luas, sehingga kelimpahan fitoplankton semakin banyak. Pernyataan tersebut sesuai dengan laporan Adesalu & Nwankwo (2008) yang menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton di perairan Lagos, Nigeria pada saat kecerahan 0,8 m lebih tinggi daripada saat kecerahan 0,3 m.

Tabel II-2 memperlihatkan bahwa kelimpahan fitoplankton lebih tinggi daripada zooplankton. Hal itu diduga karena pengambilan sampel plankton hanya dilakukan pada siang hari, padahal kelimpahan plankton dipengaruhi oleh waktu. Fitoplankton cenderung melimpah pada siang hari, karena fitoplankton bergerak ke atas untuk memanfaatkan cahaya matahari yang dibutuhkan pada proses fotosintesis. Zooplankton cenderung melimpah pada malam hari, karena zooplankton bergerak ke atas untuk mengoptimalkan oksigen yang dibutuhkan pada proses respirasi. Kejadian tersebut sering disebut dengan distribusi vertikal plankton. Perbedaan kelimpahan tersebut diduga juga karena perbedaan aktivitas pasang surut. Hasil penelitian Amin & Jompa (2006) menunjukkan bahwa kelimpahan plankton pada saat pasang pagi dan pasang sore lebih tinggi dibandingkan dengan saat surut pagi atau sore. Hal itu dikarenakan plankton terbawa bersama aliran air permukaan dari laut pada saat pasang.

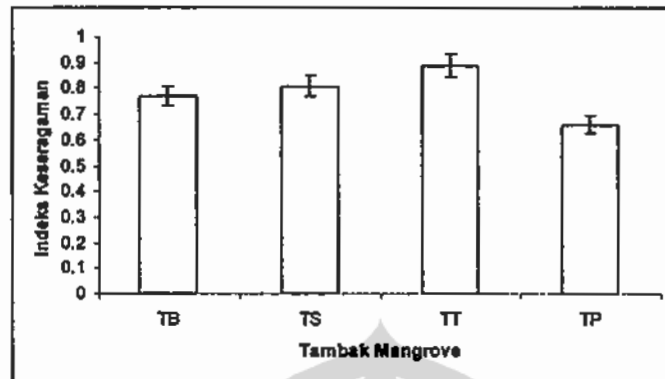
Indeks keragaman plankton di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar II-2.



Gambar II-2. Indeks keragaman plankton pada setiap stasiun penelitian

Gambar II-2 memperlihatkan bahwa indeks keragaman plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks keragaman plankton tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar 1,51; 2,34; 1,84; dan 1,65. Indeks keragaman plankton di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada Sungai Maranak, Sulawesi Selatan yang memiliki indeks keragaman sebesar 0,5-0,83 (Amin & Jompa 2006) dan Teluk Ratatotok sebesar 1,53 (Pong-Masak *et al.* 2006).

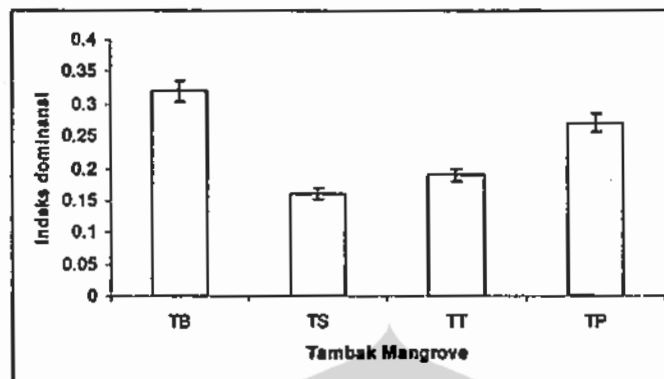
Indeks keseragaman plankton di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Gambar II-3.



Gambar II-3. Indeks keseragaman plankton pada setiap stasiun penelitian

Gambar II-3 memperlihatkan bahwa indeks keseragaman plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks keseragaman plankton tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar 0,77; 0,81; 0,89; dan 0,66. Indeks keseragaman plankton di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada kawasan pesisir Likupang, Minahasa yang memiliki indeks keseragaman sebesar 0,44-0,67 (Pirzan *et al.* 2005), tetapi lebih rendah daripada Teluk Rataotok dengan indeks keseragaman sebesar 0,93 (Pong-Masak *et al.* 2006).

Indeks dominansi plankton di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar II-4.



Gambar II-4. Indeks dominansi plankton pada setiap stasiun penelitian

Gambar II-4 memperlihatkan bahwa indeks dominansi plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks dominansi plankton di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar 0,32; 0,16; 0,19; dan 0,27. Indeks dominansi plankton di tambak mangrove Blanakan lebih rendah daripada kawasan pesisir Likupang, Minahasa yang memiliki indeks dominansi sebesar 0,46 hingga 0,83 (Pirzan *et al.* 2005) dan Teluk Ratatotok sebesar 0,25 (Pong-Masak *et al.* 2006).

Peran tumbuhan mangrove terhadap komunitas plankton

Ekosistem mangrove merupakan habitat yang cocok untuk beragam jenis plankton, karena tumbuhan mangrove mampu menyediakan nutrisi dan menstabilkan kondisi lingkungan. Hubungan antara tumbuhan mangrove dengan komunitas plankton di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel II-3.

Tabel II-3. Analisis korelasi (*pearson correlation*) antara potensi tumbuhan mangrove di tambak mangrove Blanakan dengan struktur komunitas plankton

	Jumlah spesies	Kelimpahan	H'	E	D
Kerapatan pohon	0,474	0,567	0,477	0,020	-0,625
Kerapatan tiang	0,394	0,841	0,150	-0,459	-0,279
Tutupan	0,541	0,874	0,296	-0,435	-0,379
Produksi serasah	0,657	0,729	0,556	-0,145	-0,660
Laju dekomposisi	0,475	0,789	0,301	-0,315	-0,445
C serasah	0,504	0,383	0,603	0,261	-0,843
N serasah	0,403	0,468	0,465	0,122	-0,711
P serasah	0,241	0,746	0,044	-0,393	-0,240

Keterangan: H' = indeks keragaman, E = indeks keseragaman, D = indeks dominansi

Tabel II-3 memperlihatkan bahwa potensi mangrove di tambak mangrove Blanakan memiliki korelasi yang berbeda-beda terhadap struktur komunitas plankton. Secara umum kerapatan pohon, kerapatan tiang, dan tutupan di tambak mangrove Blanakan berkorelasi positif dengan jumlah spesies, kelimpahan, dan indeks keragaman, namun berkorelasi negatif dengan indeks keseragaman dan indeks dominansi. Hal itu menunjukkan bahwa tumbuhan mangrove mampu meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton. Tumbuhan mangrove dan luas tutupan tajuk mampu menstabilkan kondisi perairan, terutama suhu dan salinitas yang terus berfluktuasi setiap waktu.

Secara umum produksi serasah, laju dekomposisi, dan nutrisi serasah berkorelasi positif dengan jumlah spesies, kelimpahan, dan indeks keragaman, namun berkorelasi negatif dengan indeks keseragaman dan indeks dominansi (Tabel II-3). Hal itu menunjukkan bahwa komponen serasah mampu meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton. Diduga nutrisi serasah berperan sebagai sumber nutrisi untuk kehidupan plankton.

Berdasarkan uraian di atas, vegetasi mangrove dan faktor abiotik memberikan manfaat cukup besar bagi kehidupan plankton. Oleh karena itu, keberadaan tumbuhan mangrove dan luas penutupannya di tambak mangrove Blanakan harus tetap dijaga, agar komunitas plankton tetap stabil. Komunitas plankton yang stabil menunjukkan perairan mangrove di kawasan tersebut dalam keadaan seimbang.

Komunitas plankton untuk pengembangan tambak secara berkelanjutan

Alasan plankton banyak dipelajari dalam ekosistem mangrove adalah karena menunjukkan tingkat kesuburan, tingkat kestabilan, dan tingkat pencemaran perairan. Sebagai salah satu pakan alami, plankton banyak diteliti di area tambak, terutama yang menerapkan budidaya tambak organik. Pada penelitian ini, struktur komunitas plankton dipelajari untuk menentukan tingkat kesuburan, tingkat kestabilan, dan tingkat pencemaran perairan di tambak mangrove Blanakan, sehingga dapat ditentukan kelayakannya untuk pengembangan tambak udang windu secara berkelanjutan.

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya bahwa kelimpahan plankton pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Tabel II-2). Kelimpahan plankton di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 561 ind/l, 1.815 ind/l, 627 ind/l, dan 5.643 ind/l. Hal itu menunjukkan bahwa tingkat kesuburan pada

setiap stasiun penelitian adalah beragam. Berdasarkan kelimpahan plankton, Basmi (1987) membedakan kondisi perairan menjadi tiga jenis (Tabel II-4).

Tabel II-4. Kondisi perairan berdasarkan kelimpahan plankton [sumber: Basmi (1987)]

Jenis Perairan	Kelimpahan Plankton (ind/L)
Oligotrofik	0-2000
Mesotrofik	2000-15000
Politrofik	>15000

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak tanah timbul termasuk perairan oligotrofik, sedangkan tambak perhutani termasuk perairan mesotrofik. Hal itu menunjukkan bahwa kesuburan perairan di tambak perhutani lebih tinggi daripada stasiun lainnya. Perairan mesotrofik merupakan perairan dengan kesuburan yang cukup, yaitu kelimpahan plankton dalam keadaan seimbang, karena tidak terlalu sedikit, tetapi juga tidak mengalami *blooming*. Perairan seperti itu merupakan perairan yang cocok untuk pengembangan tambak organik, karena ketersediaan pakan alami cukup terjamin. Meskipun demikian, perlu diamati keragamannya, karena hal itu menentukan kestabilan komunitas plankton.

Indeks keragaman plankton di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 1,51; 2,34; 1,84; dan 1,65 (Gambar II-2). Mangunan (1988) membedakan tingkat keragaman menjadi tiga kategori (Tabel II-5).

Tabel II-5. Tingkat keragaman organisme [sumber: Mangunan (1988)]

Tingkat Keragaman	Indeks Keragaman (H')
Rendah	<1
Sedang	1-3
Tinggi	>3

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, keragaman plankton semua stasiun penelitian termasuk sedang. Hal itu menunjukkan bahwa komunitas plankton mudah berubah apabila ada perubahan atau pengaruh lingkungan yang relatif kecil. Oleh karena itu, guna mengembangkan tambak mangrove secara organik, kualitas perairan di tambak mangrove Blanakan harus tetap dijaga, salah satunya adalah mempertahankan dan meningkatkan keberadaan tumbuhan mangrove. Hal itu karena tumbuhan mangrove terbukti mampu meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton (Tabel II-3).

Peubah lain yang perlu diketahui adalah indeks keseragaman, karena hal itu menunjukkan tingkat penyebaran plankton di tambak mangrove Blanakan. Indeks keseragaman plankton di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 0,77; 0,81; 0,89; dan 0,66 (Gambar II-3). Wibisono (2001) dalam Suwangsa (2006) membedakan penyebaran organisme menjadi lima tingkat (Tabel II-6).

Tabel II-6. Tingkat penyebaran organisme [sumber: Wibisono (2001) dalam Suwangsa (2006)]

Tingkat Penyebaran	Indeks Keseragaman (E)
Sangat merata	>0,81
Lebih merata	0,61-0,80
Merata	0,41-0,60
Cukup merata	0,21-0,40
Tidak merata	<0,21

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, penyebaran plankton di tambak terbuka dan tambak perhutani adalah lebih merata, bahkan di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul adalah sangat merata. Hal itu menunjukkan bahwa kekayaan individu setiap spesies relatif tidak berbeda. Perairan seperti itu merupakan perairan yang cocok untuk pengembangan tambak mangrove secara organik, karena pakan alami sangat beragam dan kelimpahan setiap individu mencukupi bagi hewan budidaya.

Meskipun penyebarannya merata, namun tingkat dominansi plankton di tambak mangrove Blanakan perlu diketahui. Indeks dominansi plankton di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 0,32; 0,16; 0,19; dan 0,27 (Gambar II-4). Indeks dominansi yang mendekati nilai 0, menunjukkan bahwa tidak terdapat spesies plankton tertentu yang mendominasi spesies lain. Hal tersebut mencerminkan bahwa komunitas plankton dalam keadaan relatif stabil dan kondisi lingkungan di tambak mangrove Blanakan cukup prima dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap kehidupan plankton.

Peubah terakhir yang perlu diketahui adalah indeks pencemaran perairan (RID). Indeks pencemaran perairan merupakan resiprok indeks

dominansi (1-D). Dengan demikian, indeks kecemaran perairan di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 0,68; 0,84; 0,81; dan 0,73. Odum (1975) dalam Pong-Masak *et al.* (2006) membedakan tingkat pencemaran perairan menjadi tiga tingkat (Tabel II-7).

Tabel II-7. Tingkat pencemaran perairan [sumber: Odum (1975) dalam Pong-Masak *et al.* (2006)]

Tingkat Pencemaran	Indeks Kecemaran (RID)
Berat	<0,6
Sedang	0,6-0,8
Ringan	>0,8

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, tingkat pencemaran perairan di tambak terbuka dan tambak perhutani adalah sedang, sedangkan di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul adalah ringan. Perairan dengan tingkat pencemaran yang ringan menunjukkan kualitas kehidupan yang baik, sehingga cocok untuk pengembangan tambak mangrove secara organik.

Tingkat kesuburan, tingkat kestabilan, dan tingkat pencemaran di setiap stasiun penelitian telah diketahui. Dengan mempertimbangkan ketiga peubah tersebut, dapat ditentukan lokasi yang paling sesuai untuk pengembangan tambak mangrove secara organik. Lokasi dengan kesuburan tinggi, komunitas plankton stabil, dan pencemaran rendah adalah lokasi paling ideal untuk pengembangan tambak mangrove secara organik.

Tabel II-8. Rangkuman kelimpahan, struktur komunitas, dan indeks kecemaran di tambak mangrove Blanakan

Peubah	Kecenderungan
Kelimpahan	TB<TT<TS<TP
Indeks keragaman	TB<TP<TT<TS
Indeks keseragaman	TP<TB<TS<TT
Indeks dominansi	TS<TT<TP<TB
Indeks kecemaran	TB<TP<TT<TS

Keterangan: TB = tambak terbuka, TS = tambak tumpangsari, TT = tambak tanah timbul, TP = tambak perhutani

Tabel II-8 memperlihatkan bahwa kelimpahan plankton tertinggi terdapat di tambak perhutani, indeks keragaman plankton tertinggi di tambak tumpangsari, indeks keseragaman plankton tertinggi di tambak tanah timbul, indeks dominansi plankton tertinggi di tambak terbuka, dan indeks kecemaran tertinggi di tambak tumpangsari. Berdasarkan keterangan tersebut, lokasi paling ideal untuk pengembangan tambak adalah tambak tumpangsari, karena memiliki kelimpahan plankton cukup (kedua), komunitas plankton paling stabil (indeks keragaman tertinggi, indeks keseragaman kedua, indeks dominansi terendah), dan tingkat pencemaran ringan (indeks kecemaran tertinggi). Hal itu diduga karena keberadaan tumbuhan mangrove di lokasi tersebut. Tumbuhan mangrove melalui guguran serasah mampu menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan plankton (Kathesiran & Bingham 2001) dan sekaligus sebagai agen pengkelat bahan pencemar lingkungan.

Berdasarkan analisis dan sintesis yang sama, lokasi paling tidak ideal untuk pengembangan tambak adalah tambak terbuka. Hal itu diduga karena perubahan habitat alami. Wardoyo (1997) menyatakan bahwa faktor utama

yang mempengaruhi perubahan jumlah organisme, keragaman jenis, dan dominansi adalah perusakan habitat alami, seperti konversi lahan mangrove menjadi tambak, pencemaran kimiawi, dan perubahan iklim. Hasil penelitian Lacerda *et al.* (2004) menunjukkan bahwa beberapa tekanan lingkungan (pencemaran industri, limbah rumah tangga, dan kegiatan perikanan) terhadap estuarin Botafogo menyebabkan kelimpahan Diatom dan Dinoflagellata meningkat, sehingga mendominasi perairan tersebut. Penelitian lain yang dilakukan oleh Osore *et al.* (2003) menunjukkan bahwa kekayaan spesies Copepoda di teluk Makupa, Mombasa, Kenya menurun, seiring dengan meningkatnya limbah rumah tangga yang masuk ke perairan tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi paling ideal untuk pengembangan tambak adalah tambak tumpangsari, karena memiliki kelimpahan dan keragaman plankton yang ideal untuk menunjang kehidupan hewan budidaya. Meskipun demikian, masih banyak hal yang harus diketahui guna mewujudkan pengembangan tambak mangrove secara organik yang optimal, seperti: cadangan nutrisi, pakan alami, dan kemampuan perairan untuk mendukung pertumbuhan hewan budidaya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Faktor abiotik yang mempengaruhi kualitas air di tambak mangrove Blanakan adalah suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, dan TDS.
2. Kelompok fitoplankton yang mendominasi tambak mangrove Blanakan adalah Chrysophyceae, sedangkan kelompok zooplankton adalah Crustaceae. Indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi plankton berturut-turut adalah 1,51-2,34; 0,66-0,89; dan 0,16-0,32.
3. Kerapatan pohon, kerapatan tiang, luas tutupan lahan, produksi serasah, laju dekomposisi, dan C, N, P serasah meningkatkan jumlah spesies, kelimpahan, dan indeks keragaman plankton, tetapi menurunkan indeks keseragaman dan indeks dominansi plankton.
4. Tambak tumpangsari merupakan lokasi paling ideal untuk pengembangan tambak mangrove Blanakan secara organik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan yang telah mendukung secara moril dan materi, sehingga penelitian berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Agus Nurani selaku kepala desa Blanakan. Perum Perhutani

Ciasem, dan pengelola kawasan konservasi Blanakan yang telah memberikan izin lokasi untuk berlangsungnya penelitian. Kelengkapan penelitian ini juga berkat dukungan data sekunder dari Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Barat serta Koperasi Unit Desa Mina Bhukti, Blanakan.

DAFTAR ACUAN

- Adesalu, T.A. & D.I. Nwanko. 2008. Effect of water quality on phytoplankton of sluggish tidal creek in Lagos, Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Science* 11 (6): 836-844.
- Alvarez-Leon 1993
- Alvarez-Leon, R. 1993. Mangrove ecosystems of Colombia. *Dalam: Lacerda, L.D. 1993. Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions. Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa: 75-114.*
- Ambler, J.W., Ferrari, F.D. & Fornshell, J.A. 1991. Population structure and swarm formation of the cyclopoid copepod *Dioithona oculata* near mangrove cays. *Journal Plankton of Research* 13(6): 1257-1272.
- Amin, M. & H. Jompa. 2006. Komposisi dan kelimpahan plankton di sepanjang aliran Sungai Maranak, Sulawesi Selatan. *Dalam: T. Ahmad, Syah, R., Mustafa, A. dan Priono, B. 2006. Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan budidaya. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta: 57-64.*

- Basmi, H.J. 1987. Fitoplankton sebagai indikator lingkungan perairan. Tesis Magister. Program Studi Ilmu-Ilmu Perairan, Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Chaghtai, F. & Saifullah, S.M. 1992. First recorded bloom of *Navicula bory* in a mangrove habitat of Karachi. *Pakistan Journal of Marine Sciences* 1(2): 139-140.
- Dennis, G.D. 1992. Island mangrove habitats as spawning and nursery areas for commercially important fishes in the Caribbean. *Dalam: Goodwin, M.H., S.M. Kau & G.T. Waugh. 1992. Proceeding of the Forty First Annual Gulf and Caribbean. Fisheries Institute, St. Thomas, United States Virginia Islands* 41: 205-225.
- Dianthani, D. 2003. Identifikasi jenis plankton di perairan Muara Badak, Kalimantan Timur. Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dittel, A.I. & Epifanio, C.E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in tropical mangrove systems, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Ecology Progress Series* 65: 25-34.
- Godhantaraman, N. 1994. Species composition and abundance of tintinnids and copepods in the Pichavaram mangrove (South India). *Ciencias Marinas* 20(3): 371-391.
- Kannan, L. & Vasantha, K. 1992. Microphytoplankton of the Pichavaram mangals, southeast coast of India: species composition and population density. *Hydrobiologia* 247: 77-86.

- Kathesiran, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Marine Biology* 40: 81-251.
- Lacerda, S.R., Koenig, M.L., Neumann-Leitao, S. & Flores-Montes, M.J. 2004. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaraca-Pernambuco-Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 64 (1): 81-94.
- Lee, S.Y. 1990. Primary productivity and particulate organic matter flow in an estuarine mangrove-wetland in Hongkong. *Marine Biology* 106: 453-463.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York: 338 hlm.
- Manguran, E.A. 1988. *Ecology diversity and it's measurement*. Precenton University, New Jersey: 179 hlm.
- Mani, P. 1992. Natural phytoplankton communities in Pichavaram mangrove. *Indian Journal of Marine Sciences* 21(4): 278-280.
- Mani, P. 1994. Phytoplankton in Pichavaram mangrove, east coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 23(1): 22-26.
- Matheson, R.E. & Gillmore, R.G. 1995. Mojarras (Pisces: Gerreidae) of the Indian River Lagoon. *Bulletin of Marine Science* 57 (1): 281-285.
- Mintardjo, K., A. Sunaryanto, Utaminingsih & Hermiyaningsih. 1985. Persyaratan tanah dan air. Dalam: Anonim. 1985. *Pedoman budidaya tambak*. Ditjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.

- Mwaluma, J., M. Osore, J. Kamau & P. Wawiye. 2003. Composition, abundance and seasonality of zooplankton in Mida Creek, Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 2 (2): 147-155.
- Nur, S.H. 2002. Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove secara lestari untuk tambak tumpangsari di Kabupaten Indramayu Jawa Barat. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor: 249 hlm.
- Osore, M.K.W., F. Fiers & M.H. Daro. 2003. Copepod composition, abundance and diversity in Makupa creek, Mombasa, Kenya. *Western Indian Journal of Marine Sciences* 2 (1): 65-73.
- Pirzan, A.M., Utojo, M. Atmomarsono, M. Tjaronge, A.M. Tangko & Hasnawi. 2005. Potensi lahan budidaya tambak dan laut di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11 (5): 43-50.
- Pong-Masak, P.R., A.M. Pirzan & Sahabuddin. 2006. Komposisi dan kelimpahan plankton di perairan Teluk Ratatotok, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Dalam: T. Ahmad, Syah, R., Mustafa, A. & Priono, B.*
2006. Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan budidaya. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta: 39-45
- Ray, D. & N.G.S. Rao. 1964. Density of freshwater diatoms in reaction to some physico-chemical condition of water. *Indian Journal of Fisheries* II (L).
- Rimper, J. 2002. Kelimpahan fitoplankton dan kondisi hidrooseanografi perairan Teluk Manado. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Robertson, A.I. & Blaber, S.J.M. 1992. Plankton, epibenthos and fish communities. *Dalam: Robertson, A.I. & D.M. Alongi. 1992. Tropical mangrove ecosystem. American Geophysical Union, Washington DC, USA: 173-224.*
- Robertson, A.I., D.M. Alongi & K.G. Boto. 1992. Food chains and carbon fluxes. *Dalam: Robertson, A.I. & D.M. Alongi. 1992. Tropical mangrove ecosystem. American Geophysical Union, Washington DC, USA.*
- Santra, S.C., Pal, U.C. & Choudhury, A. 1991. Marine phytoplankton of the mangrove delta region of west Bengal. *Journal of Marine Biological Association of India 33(1-2): 292-307.*
- Saravanakumar, A., M. Rajkumar, J.S. Serebiah & G.A. Thivakaran. 2007. Abundance and seasonal variations of zooplankton in the arid zone mangroves of Gulf of Kachchh-Gujarat, Westcoast of India. *Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (20).*
- Selvam, V., Azariah, J. & Azariah, H. 1992. Diurnal variation in physical-chemical properties and primary production in the interconnected marine, mangrove, and freshwater biotopes of Kakinada coast, Andhra Pradesh, India. *Hydrobiologia 247: 181-186.*
- Sheridan, P. & C. Hays. 2003. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods?. *Wetlands 23(2): 449-458.*
- Suwangsa, I.H. 2006. Keanekaragaman plankton di perairan Danau Beratan Bali. Skripsi. Program Studi Biologi, Jurusan Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.

- Thollot, P. 1992. Importance of mangrove for the reef fish fauna from New Caledonia. *Cybiurn* 16 (4): 331-334.
- Tzeng, W.N. & Wang, Y.T. 1992. The temporal and spatial structure, composition and seasonal dynamic of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. *Marine Biology* 113 (3): 481-490.
- Wardoyo, J. 1997. Biodiversitas sumber daya perikanan laut peranannya dalam pengelolaan terpadu wilayah pantai. *Dalam: Mallawa, A., R. Syam, N. Naamin, S. Nurhakim, E.S. Kartamihardja, A. Poernomo & Rachmansyah. 1997. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II, Ujung Pandang: 136-141.*
- Wiadnyana, N.N. & G.A.S. Wagey. 2004. *Plankton, produktivitas dan ekosistem perairan*. Departemen Kelautan dan Perikanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia: 116 hlm.
- Yunus & T. Aslianti. 1987. Inventarisasi plankton di permukaan perairan pantai Tanjung Gondol, Bali. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai* 3(1): 92-100.
- Yunus, T. Aslianti & S. Ismi. 1989. Pengaruh kadar garam yang berbeda terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai* 5(1): 52-57.



Lampiran II-1. Hasil uji F suhu

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	5,48	1,83	0,82	2,95	4,57
Galat	28	62,13	2,22			
Total	31	67,61				

Lampiran II-2. Hasil uji F pH

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,335	0,112	0,42	2,95	4,57
Galat	28	7,461	0,266			
Total	31	7,796				

Lampiran II-3. Hasil uji F salinitas

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	1534,25	511,42	142,84**	2,95	4,57
Galat	28	100,25	3,58			
Total	31	1634				

Lampiran II-4. Hasil uji F konsentrasi DO

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	135,29	45,10	22,26**	2,95	4,57
Galat	28	56,73	2,03			
Total	31	192,02				

Lampiran II-5. Hasil uji F kecerahan

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	9108,6	3036,2	44,84**	2,95	4,57
Galat	28	1896,1	67,7			
Total	31	11004,7				

Lampiran II-6. Hasil uji F konsentrasi TDS

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	3500	1166,7	108,52**	2,95	4,57
Galat	28	301	10,8			
Total	31	3801				



MAKALAH III

**POTENSI NUTRIEN, MAKROBENTHOS INFAUNA, DAN PRODUKSI
UDANG WINDU DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN**

Makalah III

POTENSI NUTRIEN, MAKROBENTHOS INFAUNA, DAN PRODUKSI
UDANG WINDU DI TAMBAK MANGROVE BLANAKAN

Joni Haryadi D

ABSTRAK

Potensi nutrisi, makrobenthos infauna, dan produksi udang windu di tambak terbuka (TB), tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT), dan tambak perhutani (TP) di tambak mangrove Blanakan telah diteliti dari Maret-Oktober 2008. Pengambilan sampel sedimen menggunakan PVC corer berdiameter 7 cm dan tinggi 50 cm, kemudian disaring menggunakan saringan benthos berukuran 1 mm. Udang windu dengan berat 0,01 g dipelihara dalam keramba berukuran 1 m x 1 m x 1 m untuk 2 siklus panen. Pada siklus pertama dilakukan dari Mei - Juli dan Agustus - November 2008 untuk siklus kedua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi N-NH₄ dan P-PO₄ di TB, TS, TT, dan TP adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$), tetapi N-NO₂ dan N-NO₃ adalah berbeda tidak nyata ($p > 0,05$). Kisaran konsentrasi N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, dan P-PO₄ berturut-turut adalah 0,0075-0,6247 ppm; 0,0109-0,1040 ppm; 0,0143-0,0841 ppm; dan 0,0097-0,1816 ppm. Kandungan C, N, dan P sedimen di TB, TS, TT, dan TP adalah berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), yaitu berturut-turut sebesar 1,70-2,69%; 0,14-0,18%; dan 0,03-0,04%. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks keragaman (H'), keseragaman (E), dan dominasi (D) dengan nilai berturut-turut sebesar 1,47 - 1,59; 0,66-0,84; dan 1,36-1,59. Sintasan, bobot akhir, pertumbuhan absolut, laju pertumbuhan spesifik, dan produksi udang windu di TB, TS, TT, dan TP adalah berbeda sangat nyata ($p < 0,01$). Tambak tumpangsari (TS) dapat dimanfaatkan untuk lokasi budidaya udang windu dengan sintasan sebesar 13,89±0,04% dan laju pertumbuhan spesifik sebesar 4,12±0,03% per hari.

Kata kunci: makrobenthos infauna; nutrisi; tambak tumpangsari; udang windu.

PENDAHULUAN

Biogeokimiawi mangrove untuk sejumlah lokasi telah banyak diteliti (Feller *et al.* 1999; Davis *et al.* 2003; Bouillon *et al.* 2007; Rezende *et al.* 2007; Flynn 2008; Kamaruzzaman *et al.* 2008), tetapi studi tentang cadangan nutrisi dan karbon pada ekosistem tersebut dan dampaknya pada zona

pesisir masih sangat terbatas. Sebagai contoh, produktivitas ekosistem itu secara keseluruhan belum diketahui pasti karena terbatas data dialokasi di bawah tegakan dan produktivitas kayu (Kristensen *et al.* 2000). Penelitian untuk memprediksi seberapa besar potensi asupan nutrisi dan karbon dari mangrove terutama bagi ekosistem di sekitar perlu dilakukan. Hal itu merupakan kajian menarik karena Indonesia mempunyai potensi mangrove besar namun degradasi ekosistem ini berlangsung cepat, sehingga rehabilitasi dan reboisasi mangrove yang cenderung monokultur merupakan fenomena tersendiri yang mampu merubah *nutrient influx* mangrove ke lingkungan di sekitar.

Salah satu organisme yang memanfaatkan nutrien di kawasan mangrove adalah hewan benthos. Berdasarkan tipe makan, makrobenthos dibedakan menjadi dua yaitu (1) *suspension feeder*, hewan benthos yang makan dengan cara menyaring air secara langsung dari badan perairan, dan (2) *deposit feeder*, hewan benthos yang memakan partikel makanan yang ada di sedimen (Herman *et al.* 1999).

Makrobenthos memiliki peranan penting dalam ekosistem mangrove. Makrobenthos merupakan konsumen sekaligus transporter dalam aliran energi dan sirkulasi material di ekosistem mangrove (Yi-jie *et al.* 2007) melalui aktivitas makan dan menggali (Rhoads 1974; Aller 1988; Aller & Aller 1998). Hasil estimasi Harding *et al.* (1986) menunjukkan bahwa 5-25% produktivitas primer di perairan mangrove dikonsumsi oleh makrobenthos. Herman *et al.* (1999) menambahkan bahwa salah satu peran makrobenthos

adalah mengembalikan nutrisi ke dalam sedimen, selain itu hewan ini juga menjadi sumber makanan bagi udang, ikan, burung, dan manusia.

Berdasarkan estimasi Heip *et al.* (1995), kelimpahan makrobenthos dapat mencapai 104 ind/m² dengan biomassa berkisar antara 1-100 g berat kering/m². Kelimpahan dan keragaman makrobenthos dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu struktur mangrove (Yi-jie *et al.* 2007), karakteristik sedimen (Herman *et al.* 1999; Kathesiran & Bingham 2001), suhu, salinitas (Ferraris *et al.* 1994), dan nutrisi, terutama nitrogen organik (Tenore 1988).

Makrobenthos memiliki kebiasaan unik, yaitu menggali lubang pada sedimen mangrove, sehingga hewan ini berinteraksi langsung dengan lingkungan. Hal itu menyebabkan makrobenthos sangat tergantung pada kondisi sedimen setiap individu tumbuhan mangrove (Kathesiran & Bingham 2001). Oleh karena itu, struktur komunitas makrobenthos dijadikan sebagai indeks biologi atau ekologi untuk memprediksi perubahan lingkungan di kawasan mangrove alami ataupun artifisial (Herman *et al.* 1999; Yi-jie *et al.* 2007). Keragaman jenis merupakan parameter yang digunakan dalam mengetahui suatu komunitas. Parameter itu mencirikan kekayaan jenis dan keseimbangan dalam suatu komunitas (Pirzan *et al.* 2006).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa potensi nutrisi sedimen, makrobenthos infauna, dan produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan dari Maret-Oktober 2008 di tambak mangrove Blanakan Kabupaten Subang Jawa Barat. Sampling dilakukan di empat stasiun berdasarkan jenis tambak, yaitu: tambak terbuka (TB), tambak tumpangsari (TS), tambak tanah timbul (TT) dan tambak perhutani (TP).

Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan siang hari (11.00-13.00 WIB) secara komposit. Sampel air dan sedimen dimasukkan ke dalam botol sampel, kemudian disimpan dalam *Ice Box*. Analisis nutrisi terlarut yaitu N-amonium ($N-NH_4$), N-nitrit ($N-NO_2$), N-nitrat ($N-NO_3$), dan P-fosfat ($P-PO_4$) dilakukan di Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar, Sukamandi dan analisis nutrisi sedimen yaitu karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P) dilakukan di Pusat Penelitian Tanah, Bogor.

Pengambilan sampel makrobenthos infauna dilakukan sebanyak 3 kali dengan cara mengambil sedimen pada setiap stasiun penelitian menggunakan *PVC corer* berdiameter 7 cm dan tinggi 50 cm. Sampel sedimen kemudian disaring menggunakan saringan benthos berukuran 1 mm. Sampel yang tertahan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah berisi alkohol 70%, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Identifikasi makrobenthos infauna menggunakan buku identifikasi (Carpenter & Niem 1998).

Analisis komunitas makrobenthos infauna diketahui menggunakan indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi yaitu:

1. Indeks keragaman menggunakan persamaan Shannon's (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$$

Keterangan:

H' = indeks keragaman

P_i = n_i/N

n_i = jumlah individu spesies ke- i

N = total individu

2. Indeks keseragaman menggunakan persamaan Pielou (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$E = H'/\ln S$$

Keterangan:

E = indeks keseragaman

H' = indeks keragaman

S = jumlah spesies

3. Indeks dominansi menggunakan persamaan Simpson (Ludwig & Reynolds 1988) yaitu:

$$D = \sum (n_i/N)^2$$

keterangan:

D = indeks dominansi

n_i = jumlah individu pada spesies ke- i

N = total individu

Udang windu (PL = 23, bobot awal = 0,01 g) dipelihara dalam keramba berukuran 1 m x 1 m x 1 m. Udang windu dipelihara pada dua tahap, yaitu: tahap 1 (1 Mei-29 Juli 2008) dan tahap 2 (5 Agustus-4 November 2008), sehingga setiap tahap adalah 90 hari. Selama pemeliharaan, udang windu

tidak diberi pakan tambahan. Peubah yang diukur adalah sintasan, bobot akhir, pertumbuhan absolut, laju pertumbuhan spesifik, dan produksi.

Data N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, P-PO₄, C, N, P sedimen, kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi makrobenthos infauna, sintasan, bobot akhir, pertumbuhan absolut, laju pertumbuhan spesifik, dan produksi udang windu dianalisis secara statistik menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT_{5%}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi nutrisi terlarut

Konsentrasi N-NH₄ di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-1.

Tabel III-1. Konsentrasi N-NH₄ pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Konsentrasi N-NH ₄ (ppm)
Tambak terbuka (TB)	0,0077±0,0034 a
Tambak tumpangsari (TS)	0,0193±0,0068 a
Tambak tanah timbul (TT)	0,0075±0,0046 a
Tambak perhutani (TP)	0,6247±0,5902 b

Keterangan: huruf yang sama di belakang angka rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata ($p > 0,05$)

Tabel III-1 memperlihatkan bahwa konsentrasi N-NH₄ pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Konsentrasi N-NH₄ di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,0075-0,6247 ppm. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap konsentrasi

N-NH₄ (Lampiran III-5), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa konsentrasi N-NH₄ tertinggi terdapat di tambak perhutani.

Konsentrasi N-NH₄ sering dimonitor karena bersifat toksik bagi organisme akuatik (Yunus, 1990). Siklus nitrogen di kawasan mangrove lebih banyak difasilitasi oleh aktivitas mikroba daripada proses kimia. Siklus nitrogen dimulai dari fiksasi nitrogen, yaitu reduksi gas N₂ menjadi N-NH₄ yang dilakukan oleh Eubacteria dan Archaea dengan bantuan enzim nitrogenase. Laju fiksasi nitrogen di kawasan mangrove mencapai 0,7-3974 mg N/m²/hari (Purvaja *et al.* 2008). Mintardjo *et al.* (1985) menetapkan bahwa batas maksimum N-NH₄ di perairan adalah 0,05 ppm. Berdasarkan ketentuan tersebut, konsentrasi N-NH₄ di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak tanah timbul masih di bawah ambang batas, sedangkan di tambak perhutani sudah melebihi batas maksimum. Wilayah lain di Indonesia yang memiliki konsentrasi N-NH₄ masih di bawah ambang batas adalah tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu, yaitu sebesar 0,029 ppm (Nur 2002), sedangkan yang melebihi batas ambang maksimum adalah kawasan mangrove teluk Jakarta dengan konsentrasi N-NH₄ sebesar 0,4804 ppm (Tresna 2002) dan kawasan pesisir Malakosa sebesar 0,1946 ppm (Pirzan *et al.* 2006).

Amonium (N-NH₄) mengalami nitrifikasi menjadi nitrat (N-NO₃) dengan senyawa antara, yaitu nitrit (N-NO₂) (Purvaja *et al.* 2008). Konsentrasi N-NO₂ di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-2.

Tabel III-2. Konsentrasi N-NO₂ pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Konsentrasi N-NO ₂ (ppm)
Tambak terbuka (TB)	0,0109±0,0152
Tambak tumpangsari (TS)	0,1040±0,1167
Tambak tanah timbul (TT)	0,0138±0,0048
Tambak perhutani (TP)	0,0289±0,0386

Tabel III-2 memperlihatkan bahwa konsentrasi N-NO₂ pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Konsentrasi N-NO₂ di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut berkisar antara 0,1040-0,0289 ppm. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap konsentrasi N-NO₂ (Lampiran III-6).

Nitrit (N-NO₂) merupakan senyawa berbahaya bagi organisme akuatik, sehingga konsentrasi N-NO₂ di tambak sering dimonitor agar tidak berdampak buruk terhadap hewan budidaya. Mintardjo *et al.* (1985) menetapkan bahwa batas maksimum konsentrasi N-NO₂ di perairan adalah 0,5 ppm. Berdasarkan ketentuan tersebut, konsentrasi N-NO₂ di semua stasiun penelitian di bawah ambang batas maksimum. Kondisi serupa juga ditemui di tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu dengan konsentrasi N-NO₂ sebesar 0,0156 ppm (Nur 2002) dan kawasan pesisir Malakosa, Sulawesi Tengah sebesar 0,0466 ppm (Pirzan *et al.* 2006). Kawasan lain di Indonesia dengan konsentrasi N-NO₂ yang melebihi ambang batas adalah mangrove teluk Jakarta dengan konsentrasi N-NO₂ sebesar 4,8776 ppm (Tresna 2002).

Nitrit (N-NO_2) merupakan senyawa yang mudah teroksidasi menjadi nitrat (N-NO_3) yang merupakan senyawa terakhir dari proses nitrifikasi. Laju nitrifikasi di kawasan mangrove mencapai $690 \mu\text{mol N/m}^2/\text{hari}$ (Purvaja *et al.* 2008). Konsentrasi N-NO_3 di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-3.

Tabel III-3. Konsentrasi N-NO_3 pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Konsentrasi N-NO_3 (ppm)
Tambak terbuka	$0,0841 \pm 0,0843$
Tambak tumpangsari	$0,0143 \pm 0,0078$
Tambak tanah timbul	$0,0150 \pm 0,0074$
Tambak perhutani	$0,0417 \pm 0,0427$

Tabel III-3 memperlihatkan bahwa konsentrasi N-NO_3 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Konsentrasi N-NO_3 di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara $0,0143$ - $0,0841$ ppm. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap konsentrasi N-NO_3 (Lampiran III-7).

Nitrat (N-NO_3) merupakan senyawa penting bagi organisme akuatik, terutama fitoplankton. Oleh karena itu, konsentrasi N-NO_3 menggambarkan tingkat kesuburan perairan. Berdasarkan konsentrasi N-NO_3 , tingkat kesuburan perairan dibedakan menjadi tiga kategori (Tabel III-4).

Tabel III-4. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi N-NO_3 [sumber: Vollenweider dan Karekes (1978) dalam Nur (2002)]

Tingkat Kesuburan	Konsentrasi N-NO_3 (ppm)
Rendah	$< 1,0$
Sedang	$1,0$ - $5,0$
Tinggi	$5,0$ - $50,0$

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, kesuburan perairan di semua stasiun penelitian adalah rendah. Hal itu menunjukkan bahwa N-NO₃ menjadi faktor pembatas bagi kehidupan organisme akuatik di tambak mangrove Blanakan. Kondisi serupa ditemukan di tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu dengan konsentrasi N-NO₃ sebesar 0,0324 ppm (Nur 2002), kawasan pesisir Malakosa, Sulawesi Tengah sebesar 0,4960 ppm (Pirzan *et al.* 2006), dan tambak Desa Tebalo Kabupaten Gresik sebesar 0,295 ppm (Nuhman 2007).

Analisis korelasi (*pearson correlation*) menunjukkan bahwa konsentrasi *Dissolved Inorganic Nitrogen* (DIN) pada semua stasiun penelitian berkorelasi positif dengan curah hujan (TB = 0,238; TS = 0,326; TT = 0,469; TP = 0,360). Hal itu menunjukkan bahwa konsentrasi DIN pada musim hujan lebih tinggi daripada musim kemarau. Hal itu sesuai dengan pendapat Boto (1982) dalam Supriharyono (2007) yang menyatakan bahwa unsur hara seperti N-NO₃, N-NH₄, P-PO₄, dan logam berat masuk ke sistem perairan mangrove melalui beberapa sumber, salah satunya adalah air hujan. Curah hujan sebesar 1000 mm/tahun berkontribusi terhadap penambahan nitrogen sebesar 80 mg/m²/tahun hingga 300 mg/m²/tahun (Silva Filho *et al.* 1998; Mello 2001). Laune *et al.* (1976) menyatakan bahwa curah hujan memberikan sumbangan nitrogen anorganik sebesar 13-16% dari total input nitrogen.

Fosfor di kawasan mangrove terdapat dalam dua macam, yaitu fosfor terlarut dan partikulat fosfor. Fosfor terlarut merupakan bentuk yang siap

dimanfaatkan oleh tumbuhan dan terdiri dari dua bentuk, yaitu orthofosfat (P-PO₄) dan fosfor organik terlarut (Flynn 2008). Konsentrasi P-PO₄ di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-5.

Tabel III-5. Konsentrasi P-PO₄ pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Konsentrasi P-PO ₄ (ppm)
Tambak terbuka (TB)	0,0097±0,0105 a
Tambak tumpangsari (TS)	0,0115±0,0039 a
Tambak tanah timbul (TT)	0,0297±0,0093 a
Tambak perhutani (TP)	0,1816±0,1728 b

Keterangan: huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT_{5%}

Tabel III-5 memperlihatkan bahwa konsentrasi P-PO₄ pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Konsentrasi P-PO₄ di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,0097-0,182 ppm. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap konsentrasi P-PO₄ (Lampiran III-8), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa konsentrasi P-PO₄ tertinggi terdapat di tambak perhutani. Hal itu diduga karena pengkayaan dari kotoran burung (guano) terdapat di tambak perhutani. Pernyataan tersebut sesuai pendapat Romimohtarto & Juwana (1999) yang menyatakan bahwa beberapa jenis hewan membebaskan sejumlah besar fosfor dalam kotorannya. Fosfor itu kemudian terlarut dalam air, sehingga tersedia bagi organisme fotosintetik. Odum (1996) berpendapat bahwa burung-burung laut berperan penting dalam pengambilan fosfor ke dalam siklus. Pemindahan tersebut berfluktuasi tergantung pada populasi burung pada suatu kawasan.

Fosfat (P-PO₄) merupakan unsur penting bagi pertumbuhan plankton, sehingga status senyawa tersebut menentukan tingkat kesuburan perairan. Berdasarkan konsentrasi P-PO₄, tingkat kesuburan perairan dibedakan menjadi tiga kategori (Tabel III-6).

Tabel III-6. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi P-PO₄ [sumber: Liaw (1969)]

Tingkat Kesuburan	Konsentrasi P-PO ₄ (ppm)
Rendah	<0,020
Sedang	0,021-0,050
Tinggi	>0,050

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, kesuburan perairan di tambak terbuka dan tambak tumpangsari adalah rendah, di tambak tanah timbul adalah sedang, dan di tambak perhutani adalah tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa P-PO₄ menjadi faktor pembatas bagi kehidupan organisme akuatik di tambak terbuka dan tambak tumpangsari. Kawasan lain di Indonesia yang memiliki kesuburan tinggi adalah pesisir Malakosa, Sulawesi Tengah dengan konsentrasi P-PO₄ sebesar 0,0712 ppm (Pirzan *et al.* 2006) dan kawasan mangrove teluk Jakarta sebesar 0,2478 ppm (Tresna 2002), sedangkan kawasan dengan kesuburan perairan rendah hingga sedang adalah tambak tumpangsari di Kabupaten Indramayu yang memiliki konsentrasi P-PO₄ sebesar 0,000-0,0237 ppm (Nur 2002).

Analisis korelasi (*pearson correlation*) menunjukkan bahwa konsentrasi P-PO₄ di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani berkorelasi negatif dengan curah hujan (TB = -0,337; TS = -0,222; TP = -0,145), sedangkan di tambak tanah timbul berkorelasi positif dengan

curah hujan ($r = 0,569$). Hal itu menunjukkan bahwa konsentrasi $P-PO_4$ di tambak tanah timbul lebih tinggi pada musim hujan daripada musim kemarau. Curah hujan sebesar 1000 mm/tahun berkontribusi terhadap penambahan fosfor sebesar $4-10 \text{ mg/m}^2/\text{tahun}$ (Silva Filho *et al.* 1998; Mello 2001). Prosentase itu sangat bervariasi, tergantung kondisi daerah sekitar, seperti daerah mangrove yang dekat dengan pemukiman dan aktivitas pertanian cenderung lebih tinggi kontribusi fosfornya (Supriharyono 2007).

Potensi nutrisi sedimen

Nutrien sedimen merupakan salah satu sumber nutrisi bagi perairan mangrove (Purvaja *et al.* 2008). Kandungan nutrisi sedimen bervariasi antara 0,05% pada sedimen berpasir hingga 10% pada sedimen yang lebih halus, tetapi secara umum berkisar antara 0,1-5%. Nutrien tersebut biasa terkonsentrasi pada permukaan sedimen, yaitu kurang lebih hingga kedalaman 10 cm. Hal itu karena pada daerah tersebut merupakan daerah biodeposisi oleh hewan benthik dan pengadukan oleh aktivitas mekanik (Herman *et al.* 1999).

Kandungan karbon (C) organik sedimen di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-7.

Tabel III-7. Kandungan C sedimen pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Kandungan C Sedimen (%)
Tambak terbuka (TB)	2,48±0,78
Tambak tumpang Sari (TS)	2,23±0,49
Tambak tanah timbul (TT)	1,70±0,41
Tambak perhutani (TP)	2,69±2,02

Tabel III-7 memperlihatkan bahwa kandungan C sedimen pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kandungan C sedimen di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 1,70-2,69%. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kandungan C sedimen (Lampiran III-9).

Karbon (C) dan nitrogen (N) sedimen merupakan nutrisi yang dimanfaatkan oleh organisme benthik, sehingga ketersediaan mencerminkan kesuburan sedimen. Kesuburan sedimen berdasarkan C sedimen disajikan pada Tabel III-8.

Tabel III-8. Kesuburan sedimen berdasarkan kandungan C [sumber: ACIAR (2001)]

Kesuburan	Kandungan C Sedimen (%)
Rendah	<0,5
Sedang	0,5-2,0
Tinggi	>2,0

Berdasarkan kategori tersebut di atas, kesuburan sedimen setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Kesuburan sedimen di tambak tanah timbul adalah sedang, sementara di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani adalah tinggi. Lokasi lain yang memiliki kesuburan sedang, antara lain: mangrove Taiwan utara dengan kandungan C sedimen sebesar 0,63% (Kao & Chang 1998), estuarin sungai Selangor, Malaysia sebesar 1,32% (Nakao *et al.* 1989), tambak Maros, Sulawesi Selatan sebesar 1,32% (Hanafi *et al.* 1996), dan estuarin Westerschelde sebesar 1,4% (Herman *et al.* 1999), sedangkan lokasi yang memiliki

kesuburan tinggi adalah mangrove Ao Nam Bor, Thailand dengan kandungan C sedimen sebesar 2,07% (Kristensen *et al.* 1988).

Kandungan nitrogen sedimen di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-9.

Tabel III-9. Kandungan N sedimen pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Kandungan N Sedimen (%)
Tambak terbuka (TB)	0,17±0,06
Tambak tumpangsari (TS)	0,18±0,04
Tambak tanah timbul (TT)	0,14±0,04
Tambak perhutani (TP)	0,17±0,03

Tabel III-9 memperlihatkan bahwa kandungan N sedimen pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kandungan N sedimen di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,14 - 0,18%. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kandungan N sedimen (Lampiran III-10).

Berdasarkan kandungan N, tingkat kesuburan sedimen dibedakan menjadi empat kategori (Tabel III-10).

Tabel III-10. Tingkat kesuburan sedimen berdasarkan kandungan nitrogen sedimen [sumber: Mintardjo *et al.* (1985)]

Kesuburan	Kandungan N Sedimen (%)
Sangat Rendah	<0,10
Rendah	0,11-0,15
Sedang	0,16-0,20
Tinggi	>0,20

Berdasarkan kategori tersebut di atas, setiap stasiun penelitian memiliki kesuburan yang beragam. Kesuburan sedimen di tambak terbuka,

tambak tumpangsari, dan tambak perhutani adalah sedang, sedangkan di tambak tanah timbul adalah rendah. Hal itu menunjukkan bahwa N sedimen menjadi faktor pembatas bagi organisme benthik di tambak tanah timbul.

Lokasi lain yang memiliki kesuburan rendah adalah Teluk Kaping, Bali utara dengan kandungan N sedimen sebesar 0,104% (Sutarmat *et al.* 2006).

Analisis korelasi (*pearson correlation*) menunjukkan bahwa kandungan C sedimen di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkorelasi positif dengan kandungan N sedimen (TB = 0,846; TS = 0,666; TT = 0,840; TP = 0,443). Hal itu sesuai dengan pendapat Mintardjo *et al.* (1985) yang menyatakan bahwa C organik merupakan sumber N sedimen, sehingga semakin tinggi C organik semakin tinggi pula kandungan N sedimen.

Berdasarkan kandungan C dan N sedimen, rasio C/N sedimen di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-11.

Tabel III-11. Rasio C/N sedimen pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Rasio C/N Sedimen
Tambak terbuka (TB)	15,33±3,12
Tambak tumpangsari (TS)	12,83±2,19
Tambak tanah timbul (TT)	12,45±1,73
Tambak perhutani (TP)	15,36±9,96

Tabel III-11 memperlihatkan bahwa rasio C/N sedimen pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Rasio C/N sedimen di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 12,45-15,36. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi

berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap rasio C/N sedimen (Lampiran III-11).

Nessa (1985) menyatakan bahwa rasio C/N sedimen normal adalah 8-15. Berdasarkan pernyataan tersebut, rasio C/N di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul adalah normal, sedangkan di tambak terbuka dan tambak perhutani melebihi batas normal. Hal itu menunjukkan bahwa rasio C/N sedimen di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul mendukung penguraian bahan organik, karena kandungan C dan N sedimen berada dalam perbandingan yang seimbang. Lokasi lain di Indonesia yang memiliki rasio C/N normal adalah tambak Maros, Kabupaten Sulawesi Selatan dengan rasio C/N sedimen sebesar 9 (Hanafi *et al.* 1996).

Kandungan P sedimen tambak mangrove Blanakan disajikan pada Tabel III-12.

Tabel III-12. Kandungan P sedimen pada setiap stasiun penelitian

Stasiun Penelitian	Kandungan P Sedimen (%)
Tambak terbuka (TB)	0,041±0,021
Tambak tumpangsari (TS)	0,026±0,012
Tambak tanah timbul (TT)	0,031±0,008
Tambak perhutani (TP)	0,033±0,004

Tabel III-12 memperlihatkan bahwa kandungan P sedimen pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Kandungan P sedimen di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berkisar antara 0,026-0,041%. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kandungan P sedimen (Lampiran III-12).

Kandungan P sedimen di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada Teluk Kaping, Bali utara sebesar 0,018% (Sutarmat *et al.* 2006). Akan tetapi, hal itu lebih rendah daripada tambak Desa Stagen yang mengandung P sedimen sebesar 0,0827% (Pantjara *et al.* 2006).

Meskipun berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), tambak perhutani cenderung memiliki kandungan nutrisi sedimen lebih tinggi daripada stasiun lain. Hal itu diduga karena tambak perhutani dekat sungai, sehingga memperoleh pasokan N dan P dari pencucian tanah di sekitar lokasi. Hasil penelitian Lacerda *et al.* (2006) menunjukkan bahwa aliran permukaan air tawar dari tanah berkontribusi terhadap penambahan N sebesar 65-97,7 kg/km²/tahun dan penambahan P sebesar 13-56,4 kg/km²/tahun. Boto (1982) melaporkan bahwa aliran sungai berkontribusi terhadap penambahan N sebesar 2 µg/L.

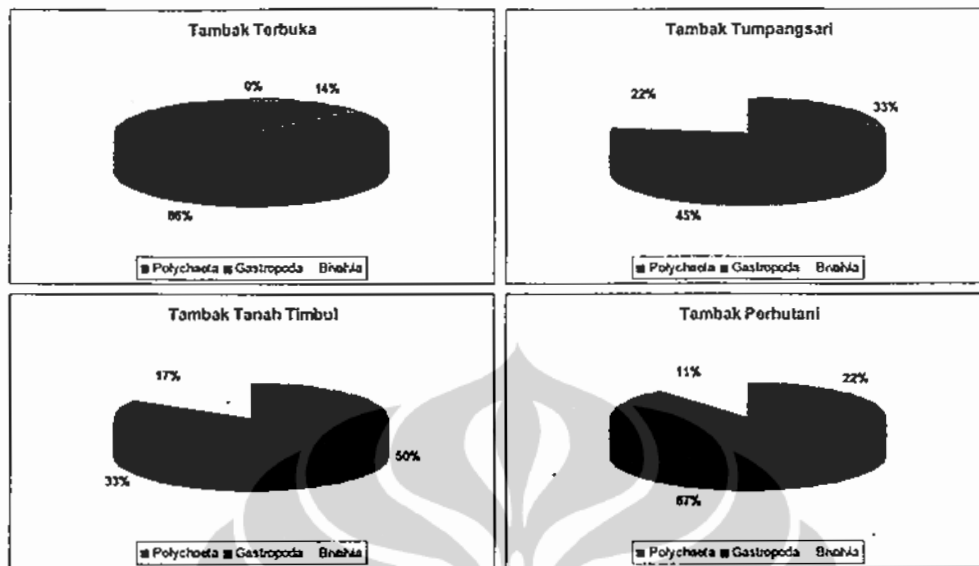
Sumber antropogenik seperti kegiatan perikanan, pertanian, dan peternakan juga berkontribusi terhadap pengkayaan N dan P. Beberapa sumber antropogenik di tambak mangrove Blanakan yang mungkin berkontribusi terhadap pengkayaan N dan P adalah sisa pakan ikan, sisa pupuk dari sawah, kotoran ternak, dan limbah pencucian dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Balanakan. Kegiatan perikanan udang berkontribusi terhadap pengkayaan N sebesar 0,9 ton/km²/tahun dan P sebesar 0,23 ton/km²/tahun. Kegiatan pertanian berkontribusi terhadap pengkayaan N sebesar 1,3 ton/km²/tahun dan P sebesar 0,34 ton/km²/tahun. Kegiatan peternakan berkontribusi terhadap pengkayaan N sebesar 0,7 ton/km²/tahun dan P sebesar 0,9 ton/km²/tahun. Aktivitas antropogenik dilaporkan

menyumbang N dan P sebanyak 20-50 kali lebih tinggi daripada sumber alami (Lacerda *et al.* 2006).

Struktur komunitas makrobenthos infauna

Kawasan mangrove merupakan habitat cocok untuk beragam jenis makrobenthos infauna. Sebanyak 25 spesies makrobenthos infauna telah berhasil diidentifikasi di tambak mangrove Desa Blanakan. Jumlah tersebut lebih banyak daripada tempat lain, seperti: pesisir Likupang, Minahasa, Sulawesi Utara sebanyak 2-3 spesies (Pirzan *et al.*, 2005), mangrove Australia Selatan sebanyak 17 spesies (Indarjani 2003), mangrove Ahuni, Mamuju, Sulawesi Barat sebanyak 19 spesies (Pirzan *et al.*, 2004), dan mangrove Okinawa, Jepang sebanyak 21 spesies (Munasik *et al.* 1996). Akan tetapi, hal itu lebih sedikit daripada mangrove pantai timur India dengan jumlah makrobenthos sebanyak 95 spesies (Raut *et al.* 2005), mangrove Futian, Cina sebanyak 84 spesies (Yu *et al.* 1997), mangrove Kachchh, India sebanyak 62 spesies (Saravanakumar *et al.*, 2007), mangrove Zhanjiang, Cina sebanyak 56 spesies (Yi-jie *et al.* 2007), dan mangrove Queensland Utara, Australia sebanyak 39 spesies (Dittmann, 2001).

Komposisi makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-1.



Gambar III-1. Komposisi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-1 memperlihatkan bahwa komposisi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Komposisi makrobenthos infauna di tambak terbuka terdiri atas 7 jenis, yaitu 86% Gastropoda dan 14% Polychaeta. Komposisi makrobenthos infauna di tambak tumpangsari terdiri atas 9 jenis, yaitu 45% Gastropoda, 33% Polychaeta dan 22% Bivalvia. Komposisi makrobenthos infauna di tambak tanah timbul terdiri atas 6 jenis, yaitu 50% Polychaeta, 33% Gastropoda, dan 17% Bivalvia. Komposisi makrobenthos infauna di tambak perhutani terdiri atas 9 jenis, yaitu 67% Gastropoda, 22% Polychaeta, dan 11% Bivalvia.

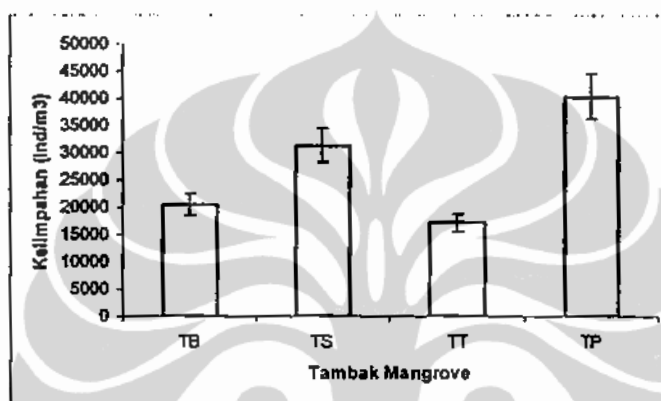
Kelompok makrobenthos infauna yang mendominasi tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani adalah Gastropoda, sedangkan tambak tanah timbul didominasi oleh Polychaeta (Gambar III-1). Hal itu karena substrat mangrove merupakan tempat sesuai untuk kehidupan

gastropoda. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Hutchings & Recher (1981) yang menyatakan bahwa substrat kawasan mangrove berupa lumpur merupakan habitat cocok untuk gastropoda. Hewan tersebut membenamkan tubuhnya ke dalam lumpur untuk mencari makan ataupun menghindari dari predator. Gastropoda juga dilaporkan mendominasi kawasan mangrove lain, seperti di Desa Samataring, Sinjai, Sulawesi Selatan (Gunarto *et al.*, 2002), Sematan, Malaysia (Ashton *et al.* 2003), Tukang Besi, Sulawesi, Indonesia (Barnes 2003), Lengke, Mamuju, Sulawesi Barat (Pirzan & Gunarto, 2004), Ahuni, Mamuju, Sulawesi Barat (Pirzan *et al.*, 2004), pesisir Likupang, Minahasa, Sulawesi Utara (Pirzan *et al.*, 2005), pantai timur India (Raut *et al.* 2005), Desa Deyao, Zhanjiang, Cina (Yi-jie *et al.* 2007).

Jenis Gastropoda yang mendominasi tambak mangrove Blanakan adalah *Tricolia pulloides* dengan kelimpahan pada setiap stasiun mencapai 10.961 ind/m³. Hal itu berbeda dengan yang pernah dilaporkan oleh Barnes (2003) yang menyatakan bahwa jenis gastropoda yang mendominasi di Pulau Tukang Besi, Sulawesi adalah *Terebralia sulcata* dan *Cerithium coralium*. Lebih lanjut, Raut *et al.* (2005) melaporkan bahwa jenis gastropoda yang mendominasi di Delta Godavari, Pantai Timur India adalah *Cerithidae cingulata*, *Paphia textrix*, *Modiolus undulatus*, *Typhlocarcinus sp.*, *Tellina iridescen*, *Abra maxima*, *Acaudina molpadioides* dan *Nasarius foveolatus*. Perbedaan itu dimungkinkan karena perbedaan kondisi fisika-kimia air dan substrat dasar. Herman *et al.* (1999) menyatakan bahwa kehadiran suatu

spesies makrobenthos di suatu tempat terkait dengan kualitas habitat, seperti: salinitas, bahan organik, nutrien, dan tipe substrat.

Kelimpahan makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-2.



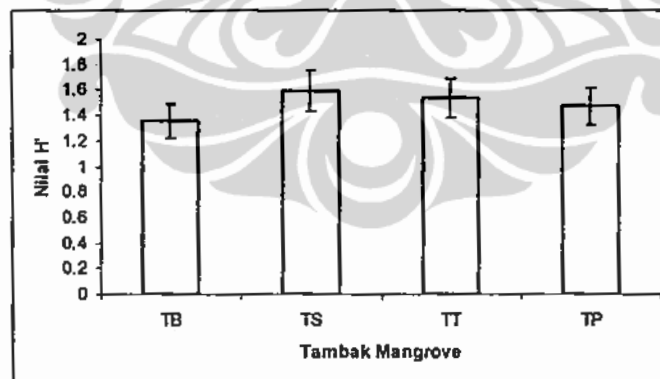
Gambar III-2. Kelimpahan makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-4 memperlihatkan bahwa kelimpahan makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Kelimpahan makrobenthos infauna di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $20.433 \pm 10.051 \text{ ind/m}^3$, $31.342 \pm 10.701 \text{ ind/m}^3$, $17.143 \pm 9.057 \text{ ind/m}^3$, dan $40.346 \pm 16.306 \text{ ind/m}^3$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kelimpahan makrobenthos infauna (Lampiran III-13).

Meskipun berbeda tidak nyata ($p > 0,05$), kelimpahan makrobenthos infauna di tambak perhutani lebih tinggi daripada stasiun lainnya. Hal itu dimungkinkan terkait dengan substrat dasar tambak perhutani yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan makrobenthos infauna. Substrat

merupakan faktor penting bagi makrobenthos infauna, karena selain sebagai tempat tinggal, juga berfungsi sebagai penyediaan beberapa bahan organik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wright *et al.* (1992) dan Lukman (1990) dalam Sahri *et al.* (2000) bahwa makrobenthos banyak menghuni substrat, karena terkait dengan ketersediaan ruangan dan makanan. Keberadaan mangrove di tambak perhutani juga diduga menjadi faktor yang mempengaruhi kelimpahan makrobenthos infauna di lokasi tersebut. Hasil penelitian Bosire *et al.* (2004) menunjukkan bahwa kelimpahan kepiting bakau lebih banyak di kawasan bermangrove daripada di kawasan tidak bermangrove.

Indeks keragaman makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-3.



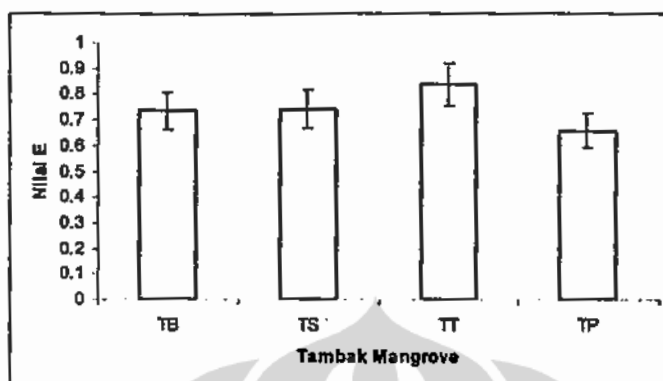
Gambar III-3. Indeks keragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-3 memperlihatkan bahwa indeks keragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks keragaman makrobenthos infauna di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah

timbul, dan tambak perhutani berturut-turut sebesar $1,36 \pm 0,32$; $1,59 \pm 0,30$; $1,54 \pm 0,24$; dan $1,47 \pm 0,06$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks keragaman makrobenthos infauna (Lampiran III-14)

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh Mangunan (1988), keragaman makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan termasuk sedang. Hal itu menunjukkan bahwa komunitas makrobenthos infauna di tambak Blanakan mudah berubah apabila ada perubahan atau pengaruh lingkungan yang relatif kecil. Kondisi serupa juga ditemui di beberapa tempat lainnya, seperti di mangrove Kachchh, India dengan indeks keragaman sebesar 2,45 (Saravanakumar *et al.* 2007), mangrove Queensland Utara, Australia sebesar 2,38 (Dittmann 2001), dan mangrove Zhanjiang, Cina sebesar 2,36 (Yi-jie *et al.* 2007). Kestabilan komunitas makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan lebih baik daripada mangrove pantai timur India dengan indeks keragaman sebesar 0,038 (Raut *et al.* 2005), mangrove Ahuni, Mamuju, Sulawesi Barat sebesar 0,06 (Pirzan *et al.*, 2004), Lengke, Mamuju, Sulawesi Barat sebesar 0,11 (Pirzan & Gunarto, 2004), mangrove Australia Selatan sebesar 0,60 (Indarjani 2003), mangrove Tongke-Tongke, Sinjai, Sulawesi Selatan sebesar 0,77 (Gunarto *et al.*, 2002), dan pesisir Likupang, Minahasa, Sulawesi Utara sebesar 0,63-1,08 (Pirzan *et al.*, 2005).

Indeks keseragaman makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-4.



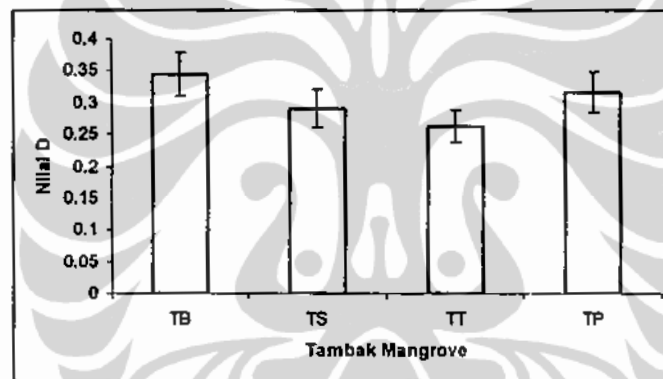
Gambar III-4. Indeks keseragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-6 memperlihatkan bahwa indeks keseragaman makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks keseragaman makrobenthos infauna di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $0,74 \pm 0,06$; $0,74 \pm 0,14$; $0,84 \pm 0,08$; dan $0,66 \pm 0,02$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks keseragaman makrobenthos infauna (Lampiran III-15).

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh Wibisono (2001) dalam Suwangsa, (2006), penyebaran makrobenthos infauna di tambak mangrove di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani adalah lebih merata, sedangkan di tambak tanah timbul adalah sangat merata. Hal serupa juga ditemui di beberapa tempat lainnya, seperti: mangrove Tongke-Tongke, Sinjai, Sulawesi Selatan dengan indeks keseragaman sebesar 0,71 (Gunarto *et al.*, 2002), mangrove Zharjiang, Cina sebesar 0,83 (Yi-jie *et al.* 2007), mangrove Kachchh, India sebesar 0,81 (Saravanakumar *et al.* 2007),

pesisir Likupang, Minahasa, Sulawesi Utara sebesar 0,95 (Pirzan *et al.*, 2005). Penyebaran makrobenthos infauna di tambak mangrove Desa Blanakan lebih baik daripada mangrove Ahuni, Mamuju, Sulawesi Barat dengan indeks keseragaman sebesar 0,12 (Pirzan *et al.*, 2004) dan mangrove Lengke, Mamuju, Sulawesi Barat sebesar 0,35 (Pirzan & Gunarto, 2004).

Indeks dominansi makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-5.



Gambar III-5. Indeks dominansi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-5 memperlihatkan bahwa indeks dominansi makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Indeks dominansi makrobenthos infauna di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 0,35±0,07; 0,29±0,12; 0,26±0,07; dan tambak perhutani 0,32±0,02. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks dominansi makrobenthos infauna (Lampiran III-16).

Indeks dominansi mendekati nilai 0 (nol) menunjukkan bahwa tidak terdapat spesies makrobenthos infauna tertentu yang mendominasi spesies lain. Hal tersebut mencerminkan bahwa struktur komunitas makrobenthos infauna dalam keadaan relatif stabil, kondisi lingkungan di tambak mangrove Desa Blanakan cukup prima dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap kehidupan makrobenthos infauna. Kondisi serupa juga ditemui di beberapa tempat lainnya, seperti: mangrove Zhanjiang, Cina dengan indeks dominansi sebesar 0,14-0,19 (Yi-jie *et al.* 2007), kawasan pantai utara Belanda sebesar 0,20-0,40 (Daan & Mulder 2005), pesisir Likupang, Mamuju, Sulawesi Utara sebesar 0,33-0,55 (Pirzan *et al.*, 2005). Dominansi makrobenthos infauna di tambak mangrove Desa Blanakan lebih rendah daripada mangrove Ahuni, Mamuju, Sulawesi Barat dengan indeks dominansi sebesar 0,95 (Pirzan *et al.*, 2004), mangrove Lengke, Mamuju, Sulawesi Barat sebesar 0,87 (Pirzan & Gunarto, 2004), dan mangrove Tongke-Tongke, Sinjai, Sulawesi Selatan sebesar 0,61 (Pirzan *et al.*, 2002).

Komunitas makrobenthos infauna dikatakan stabil jika memiliki indeks keragaman dan indeks keseragaman tinggi, dan indeks dominansi rendah. Rangkuman struktur komunitas makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Tabel III-13.

Tabel III-13. Rangkuman struktur komunitas makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan

Parameter	Kecenderungan
Indeks keragaman (H')	TB<TP<TT<TS
Indeks keseragaman (E)	TP<TB<TS<TT
Indeks dominansi (D)	TT<TS<TP<TB

Tabel III-13 memperlihatkan bahwa stabilitas komunitas makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda. Komunitas makrobenthos infauna paling stabil terdapat di tambak tumpangsari. Hal itu diduga terkait dengan kondisi substrat di lokasi tersebut. Gaston *et al.* (1998), Persoone (1979) dalam Sahri *et al.* (2000), dan Ravichandran *et al.* (2007) menyatakan bahwa kehadiran hewan benthos berhubungan dengan substrat dasar. Pernyataan tersebut juga didukung oleh pendapat Yi-jie *et al.* (2007), Paz *et al.* (2008), dan Lee (2008) yang menyatakan bahwa keragaman makrobenthos dipengaruhi oleh komposisi sedimen.

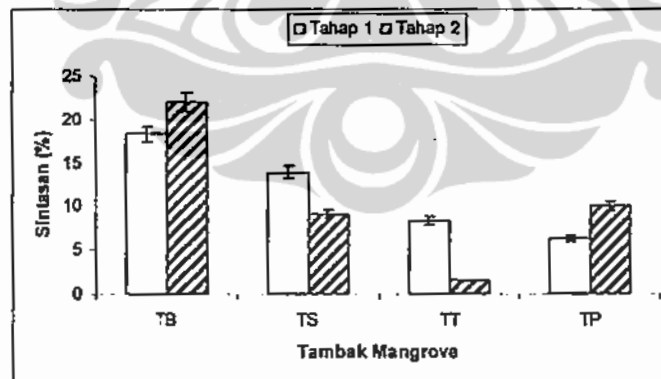
Di antara tambak bermangrove, justru tambak perhutani memiliki kestabilan komunitas paling rendah, padahal kondisi tambak perhutani relatif lebih jika dibandingkan stasiun lain. Hal itu diduga tumbuhan mangrove berusia tua di tambak perhutani kurang cocok untuk kehidupan makrobenthos infauna. Morrisey *et al.* (2007) menyatakan bahwa keberadaan tumbuhan mangrove tua menyebabkan kualitas habitat menurun karena banyak sedimen yang menumpuk, sehingga kandungan oksigen terlarut dan suhu pada perairan tersebut menurun. Hal itu menyebabkan penurunan laju dekomposisi dan pada akhirnya menurunkan produktivitas. Tingginya kandungan tanin yang dihasilkan tumbuhan mangrove tua juga berdampak buruk bagi organisme perairan karena bersifat toksik.

Tabel III-13 memperlihatkan bahwa komunitas makrobenthos infauna paling labil terdapat pada tambak terbuka. Hal itu diduga karena beberapa habitat alami di tambak terbuka telah banyak mengalami kerusakan. Widodo

(1997) dan Bosire *et al.* (2004) dalam Ellison (2008) menyatakan bahwa faktor utama yang memengaruhi perubahan jumlah organisme, keragaman jenis, dan dominansi adalah kerusakan habitat alami. Pencemaran juga menjadi penyebab dominansi suatu spesies terhadap spesies lain (Diaz 1992 dalam Gaston *et al.* 1998; Morrisey *et al.* 2002). Hasil penelitian Bigot *et al.* (2006) menunjukkan bahwa kelimpahan spesies makrobenthos oportunistis di pulau Reunion meningkat tajam ketika limbah pabrik gula mengalir ke daerah tersebut.

Produksi udang windu

Sintasan udang windu di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-6.



Gambar III-6. Sintasan udang windu pada setiap stasiun penelitian

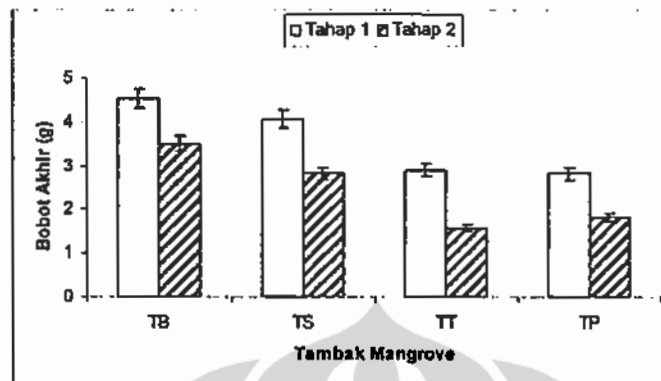
Gambar III-6 memperlihatkan bahwa sintasan udang windu yang dipelihara selama tahap 1 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Sintasan udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah

timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $18,33 \pm 0,10\%$; $13,89 \pm 0,04\%$; $8,33 \pm 0,04\%$; dan $6,33 \pm 0,06\%$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap sintasan udang windu, kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa sintasan udang windu tertinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Sintasan udang windu yang dipelihara selama tahap 2 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Sintasan udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $22 \pm 0,11$; $9,11 \pm 0,07\%$; $1,56 \pm 0,01\%$; dan $10 \pm 0,06\%$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap sintasan udang windu, kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa sintasan udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Sintasan udang windu yang dipelihara pada tahap 1 dan tahap 2 adalah beragam. Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemeliharaan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap sintasan udang windu di tambak tumpangsari dan tambak tanah timbul, namun tidak nyata ($p > 0,05$) di tambak terbuka dan tambak perhutani. Sintasan udang windu di tumpangsari dan tambak tanah timbul lebih tinggi diperoleh pada pemeliharaan tahap 1.

Bobot akhir udang windu di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-7.



Gambar III-7. Bobot akhir udang windu pada setiap stasiun penelitian

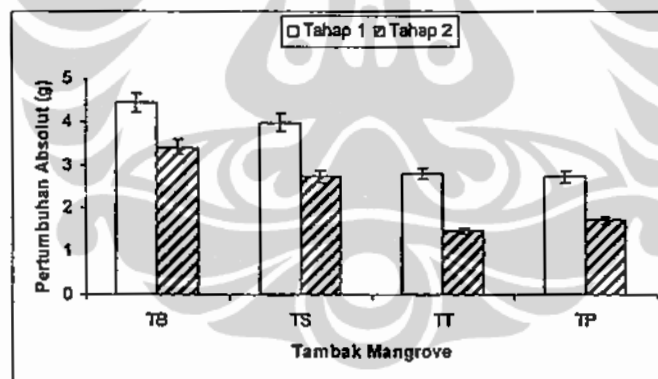
Gambar III-7 memperlihatkan bahwa bobot akhir udang windu yang dipelihara selama tahap 1 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Bobot akhir udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $4,53 \pm 0,25$ g; $4,07 \pm 0,12$ g; $2,90 \pm 0,10$ g; dan $2,83 \pm 0,29$ g. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot akhir udang windu (Lampiran III-17), kemudian uji BNT5% menunjukkan bahwa bobot akhir udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Bobot akhir udang windu yang dipelihara selama tahap 2 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Gambar III-9). Bobot akhir udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $3,50 \pm 0,20$ g; $2,83 \pm 0,31$ g; $1,58 \pm 0,19$ g; dan $1,82 \pm 0,16$ g. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot akhir udang windu (Lampiran III-20),

kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa bobot akhir udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Bobot akhir udang windu yang dipelihara pada tahap 1 dan tahap 2 adalah beragam (Gambar III-7). Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemeliharaan memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot akhir udang windu di semua stasiun penelitian. Bobot akhir udang windu di semua stasiun penelitian lebih tinggi diperoleh pada pemeliharaan tahap 1.

Pertumbuhan absolut udang windu di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-8.



Gambar III-8 Pertumbuhan absolut udang windu pada setiap stasiun penelitian

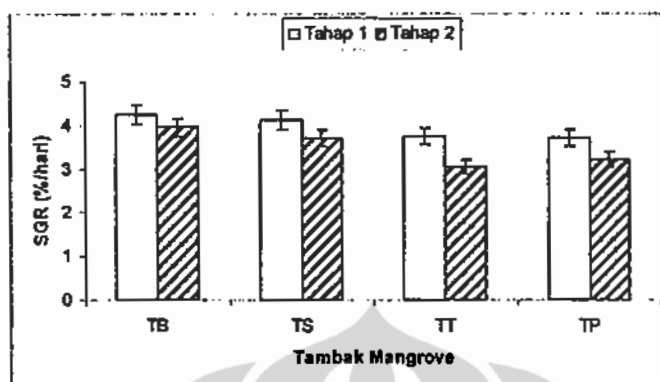
Gambar III-8 memperlihatkan bahwa pertumbuhan absolut udang windu yang dipelihara selama tahap 1 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Pertumbuhan absolut udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $4,43 \pm 0,25$ g; $3,97 \pm 0,12$ g; $2,80 \pm 0,10$; dan $2,73 \pm 0,29$. Hasil uji F

menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pertumbuhan absolut udang windu (Lampiran III-19), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa pertumbuhan absolut udang windu lebih tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Pertumbuhan absolut udang windu yang dipelihara selama tahap 2 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Gambar III-8). Pertumbuhan absolut udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $3,40 \pm 0,20$ g; $2,73 \pm 0,21$ g; $1,48 \pm 0,19$ g; dan $1,72 \pm 0,16$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pertumbuhan absolut udang windu (Lampiran III-20), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa pertumbuhan absolut udang windu tertinggi terdapat di tambak terbuka.

Pertumbuhan absolut udang windu yang dipelihara pada tahap 1 dan tahap 2 adalah beragam (Gambar III-8). Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemeliharaan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pertumbuhan absolut udang windu di semua stasiun penelitian. Pertumbuhan absolut udang windu di semua stasiun penelitian lebih tinggi diperoleh pada pemeliharaan tahap 1.

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) udang windu di tambak mangrove Blanakan disajikan pada Gambar III-9.



Gambar III- 9. Laju pertumbuhan spesifik udang windu pada setiap stasiun penelitian

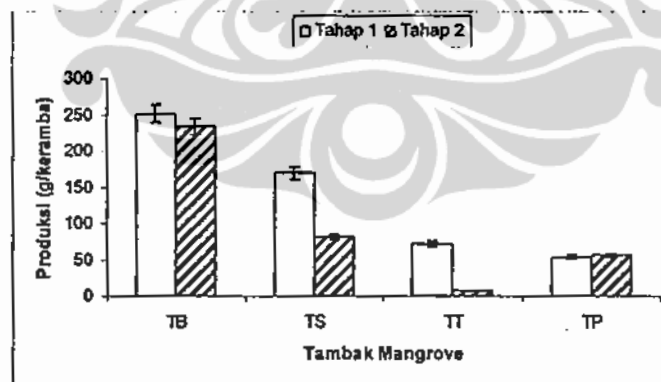
Gambar III-9 memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan spesifik udang windu yang dipelihara selama tahap 1 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Laju pertumbuhan spesifik udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $4,24 \pm 0,06\%/hari$; $4,12 \pm 0,03\%/hari$; $3,74 \pm 0,04\%/hari$; dan $3,71 \pm 0,12\%/hari$. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (Lampiran III-21), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Laju pertumbuhan spesifik udang windu yang dipelihara selama tahap 2 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Gambar III-9). Laju pertumbuhan spesifik udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $3,95 \pm 0,06\%$ per hari; $3,71 \pm 0,12\%$ per hari; $3,06 \pm 0,13\%$ per hari; dan $3,22 \pm 0,10\%$ per hari.

Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (Lampiran III-22), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Laju pertumbuhan spesifik udang windu yang dipelihara pada tahap 1 dan tahap 2 adalah beragam (Gambar III-9). Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemeliharaan memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu di semua stasiun penelitian. Laju pertumbuhan spesifik udang windu di semua stasiun penelitian tertinggi diperoleh pada pemeliharaan tahap 1.

Produksi udang windu di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Gambar III-10.



Gambar III-10. Produksi udang windu pada setiap stasiun penelitian

Gambar III-10 memperlihatkan bahwa produksi udang windu yang dipelihara selama tahap 1 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam. Produksi udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah $251,67 \pm 32,38$ g/keramba;

169±223,68 g/keramba; 72,17±28,88 g/keramba; dan 53.67±50,58 g/keramba.

Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap produksi udang windu (Lampiran III-23), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa produksi udang windu lebih tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Produksi udang windu yang dipelihara selama tahap 2 pada setiap stasiun penelitian adalah berbeda-beda (Gambar III-10). Produksi udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani berturut-turut adalah 233,87±120,89 g/keramba; 81,00±65,60 g/keramba; 7,62±8,41 g/keramba; dan 56,25±38,75 g/keramba. Hasil uji F menunjukkan bahwa perbedaan lokasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap produksi udang windu (Lampiran III-24), kemudian uji BNT_{5%} menunjukkan bahwa produksi udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka diikuti oleh tambak tumpangsari, dan tambak perhutani.

Produksi udang windu yang dipelihara pada tahap 1 dan tahap 2 adalah beragam (Gambar III-10). Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan waktu pemeliharaan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap produksi udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak tanah timbul, namun tidak nyata ($p > 0,05$) di tambak perhutani. Produksi udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak tanah timbul lebih tinggi diperoleh pada pemeliharaan tahap 1.

Selain dipengaruhi oleh pakan alami, pertumbuhan udang windu di tambak mangrove Blanakan juga dipengaruhi oleh faktor abiotik. Beberapa faktor abiotik di tambak mangrove Blanakan dapat dilihat pada Tabel III-14.

Tabel III-14. Faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian selama tahap 1 dan tahap 2

Peubah	Tahap	TB	TS	TT	TP
Suhu (°C)	1	28,77±2,16	30,65±1,60	30,67±0,58	30,97±1,31
	2	29,83±2,93	30,53±1,34	31,17±0,29	30,83±1,15
Salinitas (ppt)	1	11,00±1,00 a	8,50±0,50 a	26,67±1,15 b	9,33±2,52 a
	2	12,00±1,00 a	10,33±2,02 a	26,33±1,53 b	12,33±1,53 a
DO (ppm)	1	7,40±1,15 a	8,03±2,35 a	2,79±0,22 b	6,97±1,55 a
	2	6,73±2,11 ab	8,68±1,68 b	3,06±1,27 a	7,17±2,31 ab
pH	1	8,01±0,70	7,68±0,17	7,85±0,72	8,07±0,12
	2	8,27±0,47	7,85±0,13	8,33±0,29	8,10±0,17
TSS (ppm)	1	0,0273±0,0115	0,0768±0,0393	0,1170±0,0381	0,0790±0,0381
	2	0,0683±0,0837	0,0340±0,0323	0,0793±0,0548	0,0313±0,0250
TDS (ppm)	1	20,12±1,13 a	19,95±3,52 a	41,01±4,59 b	12,50±0,50 a
	2	18,93±1,11 a	14,25±2,44 a	36,85±4,96 b	12,53±2,94 a
TOM (ppm)	1	17,90±12,21	21,86±6,63	30,91±12,20	18,98±14,07
	2	27,56±8,40	26,89±2,99	38,69±13,60	29,76±8,14
Kecerahan (cm)	1	85,67±4,04 a	53,17±10,49 b	41,33±8,08 b	58,33±16,07 ab
	2	87,33±4,62 a	58,17±7,91 b	34,67±5,03 c	68,33±2,89 b
N-NH ₄ (ppm)	1	0,0072±0,0042	0,0230±0,0100	0,0058±0,0034	0,8508±0,7233
	2	0,0071±0,0042	0,0179±0,0053	0,0079±0,0070	0,1016±0,0912
N-NO ₂ (ppm)	1	0,0054±0,0040	0,0124±0,0040	0,0157±0,0055	0,0206±0,0099
	2	0,0219±0,0224	0,0150±0,0128	0,0096±0,0009	0,0083±0,0049
N-NO ₃ (ppm)	1	0,0861±0,1102	0,1169±0,1407	0,0195±0,0008	0,0471±0,0559
	2	0,0301±0,0283	0,0146±0,0087	0,0066±0,0041	0,0118±0,0075
P-PO ₄ (ppm)	1	0,0076±0,0034	0,0142±0,0010	0,0258±0,0100	0,1215±0,1147
	2	0,0145±0,0177	0,0088±0,0043	0,0259±0,0028	0,2953±0,2449
C (%)	1	2,96±0,62	2,47±0,53	1,95±0,33	1,73±0,46
	2	2,00±0,66	2,00±0,40	1,44±0,34	3,65±2,68
N (%)	1	0,18±0,07	0,18±0,03	0,16±0,04	0,15±0,04
	2	0,15±0,06	0,17±0,05	0,12±0,03	0,19±0,02
P (%)	1	0,029±0,004 ab	0,019±0,004 a	0,026±0,006 ab	0,031±0,001 b
	2	0,052±0,027	0,033±0,015	0,036±0,007	0,036±0,005
C/N	1	17,08±3,78	13,78±2,80	12,38±2,15	11,24±1,78
	2	13,58±0,95	11,88±1,23	12,51±1,69	19,49±13,92

Kriteria faktor abiotik untuk mengetahui kelayakan tambak mangrove

Blanakan terhadap budidaya udang windu disajikan pada Tabel III-15.

Tabel III-15. Faktor abiotik untuk budidaya udang windu [sumber:ACIAR (2001)]

Peubah	Nilai
Suhu (°C)	28-32
Salinitas (ppt)	15-25
DO (ppm)	3-9
pH	7,5-8,5
TSS (ppm)	<100
Kecerahan (cm)	30-40
N-NH ₄ (ppm)	<3,7
N-NO ₂ (ppm)	<0,25
N-NO ₃ (ppm)	0,2-0,5
P-PO ₄ (ppm)	0,1-0,2
C (%)	1,5-2,0
N (%)	0,05-0,07
P (%)	0,004-0,006

Berdasarkan Tabel III-15, kelayakan tambak mangrove Blanakan untuk budidaya udang windu dapat dilihat pada Tabel III-16.

Tabel III-16. Kelayakan setiap stasiun penelitian untuk budidaya udang windu

Peubah	Tahap 1				Tahap 2			
	TB	TS	TT	TP	TB	TS	TT	TP
Suhu	√	√	√	√	√	√	√	√
Salinitas	-	-	+	-	-	-	+	-
DO	√	√	-	√	√	√	√	√
pH	√	√	√	√	√	√	√	√
TSS	√	√	√	√	√	√	√	√
Kecerahan	+	+	+	+	+	+	√	+
N-NH ₄	√	√	√	√	√	√	√	√
N-NO ₂	√	√	√	√	√	√	√	√
N-NO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-
P-PO ₄	-	-	-	√	-	-	-	+
C	+	+	√	√	√	√	-	+
N	+	+	+	+	+	+	+	+
P	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan : √ = layak, + = melebihi standar, dan - = kurang dari standar

Tabel III-16 memperlihatkan bahwa kelayakan faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian untuk budidaya udang windu adalah beragam. Suhu, pH, TSS, N-NH₄, dan N-NO₂ pada semua stasiun penelitian, baik pada tahap 1 atau tahap 2 layak untuk budidaya udang windu, tetapi salinitas (TB, TS, dan TP = kurang dari standar; TT = melebihi standar), N-NO₃, (kurang dari standar) nitrogen, dan fosfor sedimen (melebihi standar) belum layak untuk budidaya udang windu. Hal itu mengganggu pertumbuhan udang windu di tambak mangrove Blanakan. Udang windu yang dipelihara pada lokasi dengan salinitas tidak sesuai mengalami beberapa gangguan, seperti: penurunan metabolisme, pertumbuhan terhambat, dan menyebabkan stres, karena proses osmoregulasi terganggu. Nitrat merupakan nutrisi terlarut yang diperlukan untuk pertumbuhan organisme fotosintetik, sehingga perairan dengan konsentrasi nitrat kurang optimal cenderung memiliki pakan alami sedikit. Hal itu mengganggu pertumbuhan udang windu, karena pada budidaya tambak mangrove Blanakan, pakan untuk udang windu hanya mengandalkan pakan alami. Nitrogen (N) dan P sedimen yang melebihi standar tidak begitu bermasalah, karena pada perairan payau, nutrisi sedimen yang berlebih dimanfaatkan untuk pertumbuhan klekap, yang berperan sebagai pakan alami hewan budidaya (Mustafa & Sammut 2007).

Kelayakan DO pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Tabel III-16). Konsentrasi DO di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani layak untuk budidaya udang windu, tetapi di tambak tanah timbul belum layak untuk budidaya udang windu. Hal itu mengganggu pertumbuhan

udang windu di tambak tanah timbul. Ugang windu yang dipelihara pada perairan dengan DO kurang optimum mengalami beberapa gangguan, seperti: pertumbuhan terhambat, meningkatkan konsentrasi NH_3 yang bersifat toksik, menimbulkan penyakit, bahkan menyebabkan kematian.

Kelayakan kecerahan pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Tabel III-16). Kecerahan di tambak tanah timbul (tahap 2) layak untuk budidaya udang windu, tetapi di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani belum layak, karena melebihi standar. Hal itu mengganggu pertumbuhan udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani. Perairan yang memiliki kecerahan melebihi standar menyebabkan *blooming* plankton, terutama yang bersifat toksik. Hal itu sangat berbahaya dalam usaha budidaya, karena meracuni udang windu, bahkan menyebabkan kematian massal.

Kelayakan P- PO_4 pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Tabel III-16). Konsentrasi P- PO_4 di tambak perhutani (tahap 1) layak untuk budidaya udang windu, tetapi di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak tanah timbul belum layak untuk budidaya udang windu, karena kurang dari standar. Hal itu mengganggu pertumbuhan udang windu di tambak terbuka, tambak tumpangsari, dan tambak perhutani. Sama halnya dengan N- NO_3 , P- PO_4 merupakan salah satu nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan pakan alami, sehingga perairan dengan P- PO_4 rendah, cenderung memiliki pakan alami yang sedikit. Hal itu sangat tidak

menguntungkan untuk kegiatan budidaya, karena pakan yang tersedia tidak mencukupi untuk pertumbuhan hewan budidaya.

Kelayakan C sedimen pada setiap stasiun penelitian adalah beragam (Tabel III-16). Pada tahap 1, C sedimen di tambak tanah timbul dan tambak perhutani layak untuk budidaya udang windu, tetapi di tambak terbuka dan tambak tumpangsari belum layak untuk budidaya udang windu, karena melebihi standar. Pada tahap 2, C sedimen di tambak terbuka dan tambak tumpangsari layak untuk budidaya udang windu, tetapi di tambak tanah timbul (kurang dari standar) dan tambak perhutani (melebihi standar) belum layak. Kekurangan atau kelebihan C sedimen mengganggu kestabilan komunitas organisme benthik yang berperan sebagai pakan alami, sehingga berdampak buruk terhadap ketersediaan pakan untuk udang windu.

Meskipun terdapat beberapa faktor abiotik yang kurang optimal untuk budidaya udang windu, tetapi secara umum sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang windu di tambak terbuka dan tambak tumpangsari lebih baik daripada tambak terbuka dan tambak perhutani. Hal itu diduga karena perbedaan faktor abiotik pada setiap stasiun penelitian. Apabila dilihat pada Tabel III-14, beberapa faktor abiotik yang berbeda ($p < 0,05$ dan $p < 0,01$) untuk setiap stasiun penelitian adalah salinitas, DO, TDS, dan P sedimen. Oleh karena itu, keempat faktor tersebut diduga merupakan penentu keberhasilan budidaya udang windu di tambak terbuka dan tambak tumpangsari.

Hasil uji $BNT_{5\%}$ menunjukkan bahwa salinitas di tambak terbuka dan tambak tumpangsari lebih rendah daripada tambak tanah timbul (Tabel III-14).

Meskipun salinitas di ketiga lokasi tersebut belum layak untuk budidaya udang windu, tetapi secara umum udang windu lebih cocok pada salinitas rendah. Hal itu dapat dijelaskan melalui pengaturan cairan tubuh (osmoregulasi) pada udang windu. Pada perairan dengan salinitas tinggi, energi yang tersedia lebih banyak dimanfaatkan oleh udang windu untuk aktivitas osmoregulasi, sehingga hanya sedikit yang tersimpan untuk pertumbuhan. Sebaliknya, pada perairan dengan salinitas rendah, aktivitas osmoregulasi memerlukan lebih sedikit energi, sehingga energi yang tersedia lebih banyak dimanfaatkan oleh udang windu untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Apabila melihat konsentrasi DO pada setiap stasiun penelitian, konsentrasi DO di tambak terbuka dan tambak tumpangsari secara nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi daripada tambak tanah timbul (Tabel III-14). Oksigen terlarut (DO) dimanfaatkan udang windu untuk respirasi, sehingga laju metabolisme udang windu lebih baik pada perairan dengan konsentrasi DO tinggi. Berdasarkan Tabel III-14 diketahui pula bahwa konsentrasi DO di tambak terbuka dan tambak tumpangsari layak untuk budidaya udang windu, sedangkan di tambak tanah timbul belum layak untuk budidaya udang windu.

Tabel III-14 memperlihatkan bahwa lokasi yang mengandung TDS rendah, cenderung memiliki kecerahan tinggi, misalnya adalah tambak terbuka. Kecerahan di tambak terbuka secara sangat nyata ($p < 0,01$) lebih tinggi daripada tambak tanah timbul. Hal itu menunjukkan bahwa area untuk fotosintesis di tambak terbuka lebih luas daripada tambak tanah timbul,

sehingga dimungkinkan organisme fotosintetik (pakan alami) di tambak terbuka lebih banyak daripada tambak tanah timbul. Hal itu diduga menjadi alasan sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang windu di tambak terbuka lebih tinggi daripada tambak tanah timbul, meskipun kecerahan di tambak terbuka belum layak untuk budidaya udang windu (Tabel III-15).

Fosfor (P) sedimen merupakan nutrisi sedimen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan klekap (Mustafa & Sammut 2007). Klekap merupakan pakan alami yang diperlukan oleh hewan budidaya, salah satunya adalah udang windu. Tabel III-14 memperlihatkan bahwa ketersediaan P sedimen di tambak terbuka dan tambak tumpang sari cukup banyak, sehingga sangat mendukung untuk pertumbuhan klekap.

Selain faktor abiotik, budidaya udang windu juga dipengaruhi oleh waktu pemeliharaan. Sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang windu yang dipelihara pada tahap 1 lebih tinggi ($p < 0,05$ dan $p < 0,01$) daripada tahap 2. Hal itu diduga karena perbedaan faktor abiotik antara tahap 1 dan tahap 2. Hasil uji t menunjukkan bahwa konsentrasi $N-NO_3$ di tambak tanah timbul pada tahap 1 secara sangat nyata ($p < 0,01$) lebih tinggi daripada tahap 2. Hal itu berarti bahwa kesuburan perairan di tambak tanah timbul pada tahap 1 lebih tinggi daripada tahap 2, sehingga cukup untuk mendukung pertumbuhan udang windu.

Meskipun demikian, untuk faktor abiotik lain tidak menunjukkan perbedaan ($p > 0,05$) antara tahap 1 dan tahap 2. Perubahan cuaca selama tahap 2 (Agustus-Oktober 2008) merupakan penyebab rendahnya sintasan,

pertumbuhan, dan produksi udang windu di tambak mangrove Desa. Agustus-September 2008 merupakan musim kemarau, kemudian memasuki Oktober 2008 merupakan awal musim hujan, sehingga udang windu stres dan harus beradaptasi kembali dengan kondisi yang baru. Serangan WSSV (*white spot syndrom virus*) juga diduga menjadi penyebab kegagalan budidaya udang windu selama tahap 2. Hal itu diperkuat oleh Oseko *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa WSSV merupakan penyebab utama kematian udang windu dan infeksi meningkat selama musim hujan.

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, bahwa sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang windu lebih tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari. Hal itu membuktikan bahwa tambak tumpangsari cukup berhasil untuk lokasi budidaya udang windu secara organik. Hasil penelitian ini sangat bermanfaat guna mendukung perikanan budidaya berkelanjutan. Dengan demikian, melalui penerapan tambak tumpangsari dapat diperoleh manfaat ekosistem mangrove yang optimal, baik segi ekologi maupun ekonomi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Tambak mangrove Desa Blanakan menyediakan N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, dan P-PO₄ berturut-turut sebesar 0,0075-0,6247 ppm; 0,0109-0,1040 ppm; 0,0143-0,0841 ppm; dan 0,0097-0,1816 ppm; serta C, N, dan P sedimen sebesar 1,70-2,69%; 0,14-0,18%; dan 0,03-0,04%.
2. Kelompok makrobenthos infauna yang mendominasi tambak mangrove Desa Blanakan adalah gastropoda. Indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi makrobenthos infauna di tambak mangrove Desa Blanakan berturut-turut adalah 1,36-1,59; 0,66-0,84; dan 0,26-0,35.
3. Tambak tumpangsari untuk produksi udang windu memiliki sintasan sebesar 13,89±0,04% dan laju pertumbuhan spesifik sebesar 4,12±0,03% per hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan yang telah mendukung secara moril dan materi sehingga penelitian berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Agus Nurani selaku kepala desa Blanakan, Perum Perhutani Ciasem, dan pengelola kawasan konservasi Blanakan yang telah memberikan izin lokasi untuk berlangsungnya penelitian. Kelengkapan penelitian ini juga berkat dukungan data sekunder dari Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Barat serta Koperasi Unit Desa Mina Bhukti, Blanakan.

DAFTAR ACUAN

- Aller, R.C. & Aller, J.Y. 1998. The effect of biogenic irrigation intensity and solute exchange on diagenetic reaction rate in marine sediment. *Journal of Marine Research* 56: 905-936.
- Aller, R.C. 1988. Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: the role of burrow structure. *Dalam: Blackburn, T.H. & J. Sorensen. 1988. Nitrogen cycling in coastal marine environments. John Wiley, New York: 301-338..*
- Ashton, E.C., D.J. Macintosh & P.J. Hogarth. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in

- the Sematan mangrove forest, Serawak, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 19 (2): 127-142.
- Barnes, R.S.K. 2003. Interactions between benthic molluscs in Sulawesi mangal, Indonesia: the cerithiid mud-creeper *Cerithium coralium* and potamidid mud-whelks *Terebralia* spp. *Journal of The Marine Biological Association of The UK* 83 (3): 483-487.
- Bigot, L., Conand, C., Amouroux, J.M., Frouin, P., Bruggemann, H. & Gremare, A. 2006. Effects of industrial outfalls on tropical macrobenthic sediment communities in Reunion Island (Southwest Indian Ocean). *Marine Pollution Bulletin* 52 (8): 865-880.
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Cannici, S. & Koedam, N. 2004. Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropic mangrove bay. *Biodiversity and Conservation* 13 (6): 1059-1074.
- Boto, K.G. 1982. Nutrient and organic fluxes in mangrove. *Dalarni*: Clough, B.F. 1982. *Mangrove ecosystems in Australia*. Australian Institute of Marine Science in association with Australian National University Press, Canberra: 239-257
- Bouillon, S., F. Dehairs, B. Velimirov, G. Abril & A.V. Borges. 2007. Dynamics of organic and inorganic carbon across contiguous mangrove and seagrass systems (Gazi Bay, Kenya). *Journal of Geophysical Research* 112: G02018.

- Carpenter, K.E. & V.H. Niem. 1998. *Species identification guide for fishery purposes: The living marine resources of The Western Central Pacific*. FFA, FAO and NORAD. Roma.
- Daan, R. & M. Mulder. 2005. *The macrobenthic fauna in The Dutch Sector of The North Sea in 2004 and a comparison with previous data*. Royal Netherlands Institute for Sea Research: 97 hlm.
- Davis, S.E., C. Coronado-Molina, D.L. Childers & J.W. Day. 2003. Temporally dependent C, N and P dynamics associated with the decay of *Rhizophora mangle* L. leaf litter in oligotrophic mangrove wetlands of the Southern Everglades. *Aquatic Botany* 75: 199-215.
- Dittmann, S. 2001. Abundance and distribution of small infauna in mangroves of Missionary Bay, North Queensland Australia. *Revista de Biologia tropical* 49 (2).
- Ellison, A.M. 2008. Managing mangrove with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research* 59: 2-15.
- Feller, I.C., D.F. Whigham, J.P. O'Neill & K.L. McKee. 1999. Effect of nutrient enrichment on within-stand cycling in a mangrove forest. *Ecology* 80 (7): 2193-2205.
- Ferrari, J.D., Fauchald, K. & Kensley, B. 1994. Physiological responses to fluctuation in temperature or salinity in invertebrates: adaptation of *Alpheus viridari* (Decapoda, Crustacea), *Terebellides parva* (Polychaeta) and *Golfingia cylindrata* (Sipunculida) to the mangrove habitats. *Marine Biology* 120 (3): 397-406.

- Flynn, A.M. 2008. Organic matter and nutrient cycling in a coastal plain estuary: carbon, nitrogen and phosphorous distribution, budgets and fluxes. *Journal of Coastal Research* 55: 76-94.
- Gaston, G.R., C.F. Rakocinski, S.S. Brown & C.M. Cleveland. 1998. Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. *Marine Freshwater Research* 49: 833-846.
- Gunarto, A.M. Pirzan, Suharyanto, R. Daud & Burhanuddin. 2002. Pengaruh keberadaan mangrove terhadap keragaman makrobenthos di tambak sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 8(2): 77-88.
- Hanafi, A., A. Mustafa, B. Pantjara, A. Mansyur, M. Amin, Burhanuddin, A. Tompo & Usman. 1996. Pengelolaan partikel koloid dan fosfat pada lahan marginal kawasan pesisir. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros: 79 hlm.
- Harding, L.W., Meeson, B.W. & Fisher, T.R. 1986. Decay time of organic carbon in sedimented detritus in a macrotidal estuary. *Marine Ecology Progress Series* 56: 217-279.
- Heip, C.H.R., Goosen, N.K., Herman, P.M.J., Kromkamp, J., Middelburg, J.J. & Soetaert, K. 1995. Production and consumption of biological particles in temperate tidal estuaries. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 33: 1-150.
- Herman, P.M.J., J.J. Middleburg, J.V.D. Koppel & C.H.R. Heip. 1998. Ecology of estuarine macrobenthos. *Ecological Research* 29: 195-240.

- Hutchings, P.A. & H.F. Recher. 1981. The fauna of Australian mangroves. *Linnealogy Society of New South Wales* 106 (1): 84-109.
- Indarjani. 2003. Infaunal communities in South Australian temperate mangrove systems. Thesis. Environmental Biology, School of Earth and Environmental Sciences, Adelaide University, Adelaide: 175 hlm.
- Kamaruzzaman, B.Y., M.C. Ong, M.S.N. Azhar, S. Shahbudin & K.C.A. Jalal. 2008. Geochemistry of sediment in the major estuarine mangrove forest of Terengganu region, Malaysia. *American Journal of Applied Sciences* 5 (12): 1707-1712.
- Kao, W. & K. Chang. 1998. Stable carbon isotope ration and nutrient contents of the *Kandelia candel* mangrove populations of different growth forms. *Botanical Bulletin Academic Sciences* 39: 39-45.
- Kathesiran, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Marine Biology* 40: 81-251.
- Kristensen, E., F. Andersen & L.H. Kofoed. 1988. Preliminary assessment of benthic community metabolism in south-east Asian mangrove swamp. *Marine Ecology* 48: 137-145.
- Lacerda, L.D., A.G. Vaisman, L.P. Maia, C.A.R.E. Silva & E.M.S. Cunha. 2006. Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. *Aquaculture* 235: 433-446.

- Laune, R.D., W.H. Patrick Jr & J.M. Brannon. 1976. *Nutrient transportations in Louisiana salt marsh soil*. Sea Grant Publication No. LSU-T-76-009. Centre for Wetlands Resources, Louisiana State University, USA.
- Lee, S.Y. 2008. Mangrove macrobenthos: assemblages, services and linkages. *Journal of Sea Research* 59 (1-2): 16-29.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York: 338 hlm.
- Manguran, E.A. 1988. *Ecology diversity and it's measurement*. Precenton University, New Jersey: 179 hlm.
- Mello, W.Z. 2001. Precipitation chemistry in the coast of the metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Pollution* 114: 235-242.
- Mintardjo, K., A. Sunaryanto, Utaminingsih & Hermiyaningsih. 1985. Persyaratan tanah dan air. *Dalam: Anonim. 1985. Pedoman budidaya tambak*. Ditjen Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Morrisey, D.J., C. Beard, M. Morrison, R. Craggs & M. Lowe. 2007. *The New Zealand Mangrove: review of the current state of knowledge*. Auckland Regional Council Technical Publication, Auckland: 162 hlm.
- Morrisey, D.J., S.J. Turner, G.N. Mills, R.B. Williamson & B.E. Wise. 2002. Factor affecting the distribution of benthic macrofauna in estuaries contaminated by urban runoff. *Marine Environmental Research* 55 (2): 113-136.

- Munasik, Nakano, Y., Arakaki, Y & Yamazato, K. 1996. Distribution and abundance of benthic macrofauna in the mangrove swamps of Tima River, Okinawa Island. *Ilmu Kelautan* 1 (4): 17-27.
- Mustafa, A & J. Sammut. 2007. Effect of different remediation techniques and dosages of phosphorus fertilizer on soil quality and *klekap* production in acid sulfate soil affected aquaculture ponds. *Indonesian Aquaculture Journal* 2 (2): 141-157.
- Nakao, S., H. Nomura & M.K. Satar. 1989. Macrobenthos and sedimentary environments in a Malaysian intertidal mudflat of the Cackle Bed. *Bulletine of Faculty of Fisheries of Hokkaido University* 40 (4): 203-213.
- Nessa, M.N. 1985. Pengaruh faktor pengelolaan dan lingkungan terhadap daya hasil tambak (Kasus Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan). Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nuhman. 2007. Kelimpahan dan keanekaragaman serta dominansi plankton di tambak darat. *Neptunus* 13(2): 141-147.
- Nur, S.H. 2002. Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove secara lestari untuk tambak tumpangsari di Kabupaten Indramayu Jawa Barat. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor: 249 hlm.
- Odum, E.P. 1996. *Dasar-dasar ekologi edisi ke-3*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta: 697 hlm.
- Oseko, N., T.T. Chuah, Y. Maeno, B.C. Kua, & V. Palanisamy. 2006. Examination for viral inactivation of WSSV (White Spot Syndrome

- Virus) isolated in Malaysia using black tiger prawn (*Penaeus monodon*). *JARQ* 40(1): 93-97.
- Osore, M.K.W., F. Fiers & M.H. Daro. 2003. Copepod composition, abundance and diversity in Makupa creek, Mombasa, Kenya. *Western Indian Journal of Marine Sciences* 2 (1): 65-73.
- Pantjara, B., Aliman, M., Mangampa, D., Pongsapan & Utojo. 2006. Kesesuaian dan pengelolaan lahan budi daya tambak di Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(1): 131-141.
- Paz, L., J.M. Neto, J.C. Marques & A.J. Laborda. 2008. Response of intertidal macrobenthic communities to long term human induced change in the Eo estuary (Austrias, Spain): implication for environmental management. *Marine Environmental Research* 66: 288-299.
- Pirzan, A.M. & Gunarto. 2004. Keragaman makrobenthos dalam hubungannya dengan substrat di kawasan tambak, Kabupaten Mamuju. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 10 (1): 1-11.
- Pirzan, A.M., Gunarto, R. Daud & Burhanuddin. 2004. Hubungan antara bahan organik, tekstur tanah, dan keragaman makrobenthos di kawasan tambak dan mangrove. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 10(2): 27-40.
- Pirzan, A.M., P.R. Pong-Masak & Utojo. 2006. Keragaman fitoplankton pada lahan budidaya tambak di kawasan pesisir Donggala dan Parigi-Moutong, Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(3): 359-372.

- Pirzan, A.M., Utojo, M. Atmomarsono, M. Tjaronge, A.M. Tangko & Hasnawi. 2005. Potensi lahan budidaya tambak dan laut di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11 (5): 43-50.
- Purvaja, R., R. Ramesh, A.K. Ray & T. Rixen. 2008. Nitrogen cycling: a review of the processes, transformations and fluxes in coastal ecosystems. *Current Science* 94 (11): 1419-1438.
- Raut, D., T. Ganesh, N.V.S.S. Murty & A.V. Raman. 2005. Macrobenthos of Kakinada Bay in the Godavary Delta, East coast of India: comparing decadal changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 609-620.
- Ravichandran, R., S. Anthonisamy, T. Kannuapandi & T. Balasubramanian. 2007. Habitat preference of crabs in Pichavaram mangrove environment, Southeast Coast of India. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2 (1): 47-55.
- Rezende, C.E., Lacerda, L.D., Ovalle, A.R.C. & Silva, L.F.F. 2007. Dial organic fluctuations in a mangrove tidal creek in Sepetiba bay, Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67 (4): 673-680.
- Rhoads, D.C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 12: 263-300.
- Romimohtarto, K. & S. Juwana. 1999. *Biologi Laut: ilmu pengetahuan tentang biota laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi-LIPI, Jakarta: 527 hlm.

- Sahri, A., W. Budiman & N. Andriyani. 2000. Keragaman makrobenthos pada berbagai substrat buatan di sungai Ciglagah Cilacap. *Biosfera* 15: 19-25.
- Saravanakumar, A., M. Rajkumar, J.S. Serebiah & G.A. Thivakaran. 2007. Abundance and seasonal variations of zooplankton in the arid zone mangroves of Gulf of Kachchh-Gujarat, Westcoast of India. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10 (20).
- Silva Filho, E.V., Wasserman, J.C. & Lacerda, L.D. 1998. History of metal inputs recorded on sediment cores from a remote environment. *Ciencia e Cultura* 50: 374-376.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi ekosistem sumberdaya hayati: di wilayah pesisir dan laut tropis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta: 428 hlm.
- Sutarmat, T., A. Hanafi & W. Andriyanto. 2006. Karakteristik sedimen pada lahan budi daya laut di perairan Teluk Kaping, Bali utara. *Dalam: Ahmad, T., Syah, R., Mustafa, A. & Priono, B.* 2006. Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan budi daya. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta Selatan: 99-108.
- Suwangsa, I.H. 2006. Keanekaragaman plankton di perairan Danau Beratan Bali. Skripsi. Program Studi Biologi, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.

- Tenore, K.R. 1988. Nitrogen in benthic food chains. *Dalam: Blackburn, T.H. & J. Sorensen. 1988. Nitrogen cycling in coastal marine environments. John Wiley, New York: 191-206.*
- Tresna, E. 2002. Kondisi hutan mangrove dan komunitas ikan di perairan mangrove Teluk Jakarta. Tesis. Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok: 91 hlm.
- Widodo, J. 1997. Biodiversitas sumber daya perikanan laut peranannya dalam pengelolaan terpadu wilayah pantai. *Dalam: Mallawa, A., R. Syam, N. Naamin, S. Nurhakim, E.S. Kartamihardja, A. Poernomo & Rachmansyah. 1997. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II, Ujung Pandang: 136-141.*
- Yi-jie, T., Y. Shi-xiao & W. Yan-yong. 2007. A comparison of macrofauna communities in different mangroves assemblages. *Zoological Research 28 (3): 255-264.*
- Yu, R.Q., Chen, G.Z., Wong, Y.S., Tam, N.F.Y. & Lan, C.Y. 1997. Benthic macrofauna of the mangrove swamp treated with municipal wastewater. *Hydrobiologia 347 (1-3): 127-137.*
- Yunus. 1990. Pengaruh media kotoran ayam, babi dan sapi terhadap pertumbuhan populasi Spirulina. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 6(2): 81-86.*



Lampiran III-1. Kelimpahan setiap jenis makrobenthos infauna pada setiap stasiun penelitian

Jenis	Kelimpahan (ind/m ³)											
	TB			TS			TT			TP		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Phyllodoce polymoides</i>	519	-	-	259	2078	519	1039	207	-	519	-	-
<i>Streptosyllis latipalpa</i>	1039	-	-	623	1039	1558	1039	259	623	1039	1558	1558
<i>Capitella capitata</i>	519	-	-	259	-	-	1558	519	-	-	-	-
<i>Trachyrhynchus lacteolus</i>	1039	-	-	-	-	-	1558	103	-	-	-	-
<i>Trachyrhynchus erosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	207	519	-	-	-
<i>Algamorda subrotundata</i>	7792	1142	259	207	6234	1454	-	-	-	8831	2337	1090
<i>Tricolia putolides</i>	1090	1039	467	103	2441	7792	-	-	519	1298	2077	1610
<i>Amphissa versicolor</i>	1039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Milda ventricosa</i>	1039	519	519	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecina manchurica</i>	1039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lacuna vincta</i>	1039	1039	-	-	1558	8312	-	-	-	2078	5714	1558
<i>Solariella obscura</i>	519	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyphysia crassa</i>	-	1039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina scutulata</i>	-	1558	-	-	519	1039	-	-	-	-	1039	1039
<i>Ceratiopsis columna</i>	-	-	103	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis pelagica</i>	-	-	-	103	1039	1558	3636	207	259	-	1558	1039
<i>Mysella tumida</i>	-	-	-	259	-	-	-	519	207	519	-	-
<i>Axinopsida serricata</i>	-	-	-	519	1558	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina carpenteri</i>	-	-	-	519	-	-	-	-	519	-	2078	1039
<i>Turritellipsoides acicula</i>	-	-	-	-	519	-	-	-	519	-	519	-
<i>Lucina tenuisculpta</i>	-	-	-	-	519	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bitium attenuatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	519	-	1039
<i>Bitium zonalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	519	1558	519
<i>Lasaea subviridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	519	-	-
<i>Volutharpa empulacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	519	-

Lampiran III-2. Keragaman makrobenthos infauna setiap stasiun penelitian

Peubah	Ulangan	Stasiun Penelitian			
		TB	TS	TT	TP
H'	1	1,719	1,928	1,328	1,412
	2	1,232	1,361	1,803	1,532
	3	1,115	1,480	1,482	1,480
E	1	0,717	0,877	0,825	0,643
	2	0,688	0,591	0,927	0,662
	3	0,804	0,761	0,762	0,674
D	1	0,266	0,179	0,309	0,334
	2	0,384	0,415	0,179	0,297
	3	0,384	0,279	0,302	0,320

Lampiran III-3. Hasil uji F konsentrasi N-NH₄

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	2,2562	0,7521	8,63**	2,95	4,57
Galat	28	2,4391	0,0871			
Total	31	4,6954				

Lampiran III-4. Hasil uji F konsentrasi N-NO₂

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,001561	0,000520	1,15	2,95	4,57
Galat	28	0,012643	0,000452			
Total	31	0,014204				

Lampiran III-5. Hasil uji F konsentrasi N-NO₃

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,03895	0,01298	2,30	2,95	4,57
Galat	28	0,15818	0,00565			
Total	31	0,19713				

Lampiran III-6. Hasil uji F konsentrasi P-PO₄

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,16458	0,05486	7,30**	2,95	4,57
Galat	28	0,21054	0,00752			
Total	31	0,37512				

Lampiran III-7. Hasil uji F kandungan C sedimen

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	3,29	1,10	0,87	2,95	4,57
Galat	28	25,37	1,27			
Total	31	28,67				

Lampiran III-8. Hasil uji F kandungan N sedimen

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,00501	0,00167	0,88	2,95	4,57
Galat	28	0,03789	0,00189			
Total	31	0,04290				

Lampiran III-9. Hasil uji F rasio C/N sedimen

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	44,5	14,8	0,51	2,95	4,57
Galat	28	584,0	29,2			
Total	31	628,5				

Lampiran III-10. Hasil uji F kandungan P sedimen

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,000650	0,000217	1,31	2,95	4,57
Galat	28	0,003313	0,000166			
Total	31	0,003963				

Lampiran III-11. Hasil uji F kelimpahan makrobenthos infauna

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	1010599694	336866565	2,39	4,07	7,59
Galat	8	1126916373	140864547			
Total	11	2137516068				

Lampiran III-12. Hasil uji F indeks keragaman makrobenthos infauna

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,0920	0,0307	0,48	4,07	7,59
Galat	8	0,5077	0,0635			
Total	11	0,5997				

Lampiran III-13. Hasil uji F indeks keseragaman makrobenthos infauna

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,04802	0,01601	2,03	4,07	7,59
Galat	8	0,06303	0,00788			
Total	11	0,11105				

Lampiran III-14. Hasil uji F indeks dominansi makrobenthos infauna

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,01094	0,00365	0,60	4,07	7,59
Galat	8	0,04874	0,00609			
Total	11	0,05967				

Lampiran III-15. Hasil uji F sintasan udang windu pada tahap 1

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,13476	0,04492	11,07**	4,07	7,59
Galat	8	0,03247	0,00406			
Total	11	0,16723				

Lampiran III-16. Hasil uji F sintasan udang windu pada tahap 2

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,06349	0,02116	4,04	4,07	7,59
Galat	8	0,04193	0,00524			
Total	11	0,10543				

Lampiran III-17. Hasil uji F bobot akhir udang windu pada tahap 1

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	6,4967	2,1656	50,95**	4,07	7,59
Galat	8	0,3400	0,0425			
Total	11	6,8367				

Lampiran III-18. Hasil uji F bobot akhir udang windu pada tahap 2

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	7,2017	2,4006	49,24**	4,07	7,59
Galat	8	0,3900	0,0488			
Total	11	7,5917				

Lampiran III-19. Hasil uji F pertumbuhan absolut udang windu pada tahap 1

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	6,4967	2,1656	50,95**	4,07	7,59
Galat	8	0,3400	0,0425			
Total	11	6,8367				

Lampiran III-20. Hasil uji F pertumbuhan absolut udang windu pada tahap 2

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	7,2017	2,4006	49,24**	4,07	7,59
Galat	8	0,3900	0,0487			
Total	11	7,5917				

Lampiran III-21. Hasil uji F laju pertumbuhan spesifik udang windu pada tahap 1

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	0,63017	0,21006	43,31**	4,07	7,59
Galat	8	0,03880	0,00485			
Total	11	0,66897				

Lampiran III-22. Hasil uji F laju pertumbuhan spesifik udang windu pada tahap 2

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	1,5491	0,5164	46,56**	4,07	7,59
Galat	8	0,0887	0,0111			
Total	11	1,6379				

Lampiran III-23. Hasil uji F produksi udang windu pada tahap 1

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	378168	126056	9,26**	4,07	7,59
Galat	8	108951	13619			
Total	11	487119				

Lampiran III-24. Hasil uji F produksi udang windu pada tahap 2

Sumber	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Stasiun	3	85851	28617	5,60*	4,07	7,59
Galat	8	40886	5111			
Total	11	126737				



DISKUSI PARIPURNA

Kawasan mangrove Desa Blanakan, Subang adalah salah satu komunitas mangrove yang masih tersisa di pantai utara Jawa Barat selain di Indramayu, Purwakarta, Pulau Seribu dan Muara Angke. Luas komunitas – vegetasi mangrove di Jawa Barat pada tahun 1987 mencapai 32.353,66 ha tersebar di pantai utara Laut Jawa, yaitu: Mauk, Jakarta, Batujaya, Kedawung, Pamanukan, dan Indramayu (Sukardjo 1993). Kawasan tersebut dikelola oleh Perum Perhutani dan Direktorat Perlindungan Hutan dan Pengawetan Alam (Wirjodarmodjo & Hamzah 1984).

Kawasan mangrove di Desa Blanakan dimanfaatkan untuk beberapa kepentingan, salah satunya adalah untuk kegiatan tambak mangrove. Luas tambak mangrove Blanakan mencapai 350 ha (Anonim 2007). Tambak mangrove Blanakan ada empat jenis, yaitu: tambak terbuka, tambak tumpangsari, tambak tanah timbul, dan tambak perhutani. Tambak mangrove Blanakan merupakan salah satu program Perhutani untuk menurunkan potensi konflik antara pengembangan budidaya tambak dengan konservasi mangrove (Naamin 1987; Luttrell 1999; Primavera 2000). Pengembangan tambak mangrove terbukti memberikan beberapa keuntungan, yaitu menjaga kelestarian mangrove, peningkatan produksi perikanan, dan tercipta ketahanan pangan (Primavera 2000).

Tanah di tambak mangrove Blanakan termasuk jenis *Haplic Hydraquent* atau *Gleisol Halik*, dengan bahan induk berupa endapan liat

marin, dan berwarna abu-abu. Pola tambak kawasan mangrove Blanakan adalah empang parit tradisional, yaitu areal tumbuh mangrove dan tempat pemeliharaan udang windu dan ikan bandeng berada dalam satu hamparan. Selain itu, ditemukan beberapa ikan liar, seperti: ikan gabus, blanak, glodok, kakap, dan udang putih. Ikan-ikan tersebut memang banyak ditemukan di kawasan mangrove lain (Kawaroe *et al.* 2001; Tresna 2002).

Pemanfaatan mangrove untuk kegiatan budidaya tambak merupakan hal umum ditemukan di beberapa kawasan mangrove (Inoue *et al.* 1999; Gunarto 2004; Zwietaen *et al.* 2006), namun pemanfaatan mangrove tidak terkendali dapat menjadi ancaman baru bagi ekosistem mangrove (Twilley *et al.* 1993; Primavera 1995; Graaf & Xuan 1998). Perbedaan pemanfaatan mangrove di Desa Blanakan menimbulkan kondisi ekosistem beragam. Terkait ekologi mangrove dan kegiatan pertambakan yang berkembang, sangat berguna sebagai pertimbangan pemanfaatan mangrove optimal di masa depan (Field 1996; Siddiqi & Khan 1996; Ewel *et al.* 1998; Gilbert & Jenssen 1998; Kaly & Jones 1998; Twilley *et al.* 1998; Primavera 2000).

Jenis tumbuhan mangrove yang berasosiasi dengan tambak pada saat ini adalah *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. 1907 yang ditemukan homogen dengan kondisi cukup baik dan memiliki kerapatan tinggi (>75 ind/ha) yang didominasi tumbuhan muda (kategori tihang). Pemanfaatan mangrove di tambak perhutani untuk kawasan konservasi memiliki tingkat kerapatan dan luas penutupan lahan tertinggi (kerapatan pohon = 200 ind/ha, kerapatan tihang = 355 ind/ha, tutupan lahan 40% - 80%). Pada tambak tumpangsari,

upaya memadukan kegiatan budidaya udang dengan penanaman tumbuhan mangrove belum berhasil diterapkan, karena rasio antara tambak dengan hutan mangrove tidak sesuai dengan ketentuan Perhutani (1988) yaitu 20% : 80%. Hal itu diduga karena keterbatasan pengetahuan masyarakat terhadap mangrove dalam memenuhi kebutuhan, sehingga pemilik tambak cenderung memperluas tambak daripada penanaman vegetasi dengan harapan meningkatkan produksi perikanan (Handayani 2004).

A. marina memiliki beberapa keunggulan dari jenis mangrove lain seperti: tahan terhadap salinitas tinggi, ombak, dan angin (Onrizal 2002; Ellison & Simmonds 2003). Oleh karena itu, *A. marina* lebih disukai untuk ditanam dalam tambak daripada jenis lain (Luttrell 1999), karena batang dimanfaatkan sebagai kayu bakar, daun tidak beracun, meningkatkan kesuburan tambak, serta meregulasi pH selama musim hujan (Inoue *et al.* 1999). Selanjutnya, *A. marina* memiliki penyebaran luas (Soegiarto & Polunin 1982 dalam Supriharyono 2007) dan lebih banyak ditanam di beberapa tempat di kawasan pesisir (Nur 2002; Tresna 2002).

Namun demikian, penanaman jenis monokultur untuk pengembangan tambak kurang tepat, karena kontribusi jenis tumbuhan ini pada suatu saat tidak mencukupi kebutuhan energi bagi organisme yang mendiami perairan tersebut. Walaupun produksi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk baik dan dapat meningkatkan produktivitas perairan yaitu lebih dari 10 ton/ha/tahun sesuai kategori yang ditetapkan Kusmana (1995), tetapi laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk buruk dengan

dengan kisaran 0,050 – 0,081 per 2 minggu. Hal demikian dimungkinkan karena *Avicennia marina* merupakan satu-satunya sumber serasah di tambak mangrove Blanakan pada saat ini.

Serasah *A. Marina* dihasilkan berupa daun, bunga, buah, dan ranting. Namun pada penelitian ini difokuskan pada produksi serasah daun. Serasah daun merupakan komponen produktivitas mangrove (Bunt *et al.* 1979), sehingga menjadi indikator kualitas mangrove (Tresna 2002). Oleh karena itu, produksi serasah banyak dievaluasi oleh peneliti (Lee 1989; Mokolensang & Tokuyama 1998; May 1999; Keiluhu 2000; Navarrete & Rivera 2002; Rajkaran & Adams 2007).

Produksi serasah yang baik di masa depan, kawasan mangrove Blanakan sangat berpotensi untuk pengembangan tambak secara organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi serasah di tambak mangrove Blanakan berkorelasi positif dengan kepadatan tumbuhan dan luasan penutupan lahan, yaitu semakin tinggi kepadatan dan luasan penutupan lahan, produksi serasah semakin besar. Selain kepadatan dan luas tutupan lahan, produksi serasah dipengaruhi oleh curah hujan, umur tumbuhan (Nga 2004), tinggi tumbuhan (Ellison & Simmonds 2003), pasang surut (Kusmana *et al.* 1994), pergantian air (Wafar *et al.* 1997), intensitas cahaya (Moriya *et al.* 1988), dan garis lintang (Wiebe *et al.* 1997).

Kemudian serasah yang jatuh ke perairan terdekomposisi dan meningkatkan keragaman detritus. Proses dekomposisi merupakan hal penting dalam ekosistem mangrove, karena proses tersebut menghubungkan

bahan mentah menjadi hara dan siap dimanfaatkan oleh organisme akuatik (Mason 1976). Laju dekomposisi serasah telah banyak dievaluasi oleh peneliti (Keiluhu 2000; Mahasneh 2001; Mfilinge *et al.* 2002; Nur 2002; Ananda & Sridhar 2004; Nga 2004),

Laju dekomposisi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk buruk, karena kurang dari 0,5 sesuai kategori yang ditetapkan Kusmana (1995) dan lebih rendah daripada tambak tumpangsari Kabupaten Indramayu (Nur 2002). Hal tersebut menunjukkan bahwa penyediaan nutrisi untuk perairan tambak mangrove Blanakan relatif lambat. Hal itu berpotensi mengurangi produktivitas tambak, sehingga dapat menjadi kendala dalam budidaya udang. Oleh karena itu, penanaman jenis tumbuhan mangrove lain (*Rhizophora sp*) diharapkan meningkatkan keragaman detritus bagi proses dekomposisi serasah, sehingga penyediaan nutrisi lebih cepat. Laju dekomposisi pada setiap stasiun penelitian pada dasarnya adalah beragam, meskipun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$), laju dekomposisi serasah tertinggi terdapat di tambak perhutani ($k = 0,081$ per 2 minggu). Hal itu karena tambak perhutani relatif lebih beragam daripada stasiun lain, sehingga dekomposisi serasah di lokasi tersebut berjalan lebih cepat. Faktor-faktor yang mempengaruhi dekomposisi serasah adalah curah hujan, suhu (Ashton *et al.* 1999), salinitas (Nga 2004), pasang surut (Robertson *et al.* 1992), pertukaran air tawar (Dick dan Osunkoya 2000), konsentrasi DO (Mfilinge *et al.* 2002), karakteristik serasah (Middleton & McKee 2001), nutrisi serasah

(Melillio *et al.* 1984), makrofauna (McKee & Faulkner 2000), dan mikroba dekomposer (Rajendran & Kathiseran 2007).

Serasah yang telah terdekomposisi mengandung nutrisi penting bagi ekosistem mangrove, seperti: C, N, dan P. Kandungan C, N, dan P serasah di tambak mangrove Blanakan berturut-turut sebesar 35,31-44,14%; 0,83-1,05%; dan 0,044-0,103%. Kandungan C serasah di tambak mangrove Blanakan lebih rendah daripada kawasan mangrove Everglades selatan (Davis *et al.* 2003), tetapi kandungan N dan P serasah lebih tinggi daripada kawasan mangrove Twin Cay (Feller *et al.* 2002) dan kawasan mangrove Everglades selatan (Davis *et al.* 2003). Nutrien tersebut meningkatkan kesuburan tambak mangrove Blanakan, sehingga berpotensi untuk pengembangan tambak udang secara organik.

Nutrien serasah yang terlarut dalam air menentukan kesuburan perairan (Wepener 2007), sehingga sangat penting bagi pengembangan tambak organik. Nutrien terlarut penting bagi pengembangan tambak organik adalah $N-NH_4$, $N-NO_2$, $N-NO_3$, dan $P-PO_4$ (Nur 2002; Tresna 2002; Pirzan *et al.* 2006; Nuhman 2007). Hal itu karena nutrisi terlarut menjadi faktor pembatas bagi kehidupan plankton (Antia *et al.* 1975; Neilson & Larsson 1980; Fabregas *et al.* 1987; South & Whittick 1987; Wiadnyana & Wagey 2004).

Konsentrasi $N-NH_4$, $N-NO_2$, $N-NO_3$, dan $P-PO_4$ di tambak mangrove Desa Blanakan berturut-turut adalah 0,0075-0,6247 ppm; 0,0109-0,1040 ppm; 0,0143-0,0841 ppm; dan 0,0097-0,1816 ppm. Konsentrasi $N-NH_4$ di

tambak mangrove Desa Blanakan melebihi ambang batas baku mutu (baku mutu $\text{N-NH}_4 = 0,05$ ppm), sehingga membahayakan organisme akuatik (Yunus 1990). Oleh karena itu bentuk N-NH_4 perlu diikat kedalam *Rhizophora sp* agar memberikan kondisi lebih baik bagi kualitas relung ekologi organisme akuatik.

Berdasarkan konsentrasi N-NO_3 , kesuburan perairan di tambak mangrove Blanakan adalah rendah (baku mutu $\text{N-NO}_3 = >1,0$ ppm), sementara berdasarkan konsentrasi P-PO_4 kesuburan perairan tambak mangrove Blanakan adalah rendah sampai tinggi (baku mutu $\text{P-PO}_4 = >0,020$ ppm). Hal itu menunjukkan bahwa N-NO_3 dan P-PO_4 dapat menjadi faktor pembatas bagi organisme akuatik di tambak mangrove Blanakan. Dengan demikian, N dan P di kawasan tambak mangrove Blanakan belum mampu mencukupi kebutuhan organisme perairan.

Selanjutnya, serangkaian upaya perlu dilakukan guna meningkatkan ketersediaan N dan P di kawasan tambak mangrove Blanakan. Penerapan lapisan tajuk *double layer* dengan jenis *Rhizophora* di kawasan tambak Blanakan diharapkan mampu memperkaya nutrisi perairan, sehingga ketersediaan nutrisi untuk masa mendatang lebih terjamin. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Silva *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa serasah daun *Rhizophora mangle* mampu melepaskan N sebanyak 1,6 kg/ha/tahun ke dalam ekosistem mangrove. Mempertahankan kualitas air juga merupakan upaya tepat guna meningkatkan kesuburan perairan, karena ketersediaan N dan P secara langsung dipengaruhi oleh siklus N dan P

tersebut. Perairan yang baik menghasilkan siklus N dan P yang normal, sehingga jumlahnya tidak melebihi atau kurang bagi kebutuhan organisme perairan.

Nutrien terutama $N-NO_3$ dan $P-PO_4$ merupakan sumber nutrisi bagi plankton. Plankton berperan penting dalam ekosistem mangrove, yaitu sebagai komponen produktivitas primer dan pakan alami (Robertson *et al.* 1992; Robertson & Blaber 1992; Selvam *et al.* 1992). Oleh karena itu, kelimpahan dan keragaman plankton sering dijadikan indikator kesuburan perairan (Mwaiuma *et al.* 2003; Lacerda *et al.* 2004; Saravanamukar *et al.* 2007; Adesalu & Nwanko 2008). Studi mengenai komunitas plankton sebagai dasar pengembangan budidaya tambak telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti: Rimper (2002), Osore *et al.* (2003), Lacerda *et al.* (2004), Amin & Jompa (2006), dan Pong-Masak *et al.* (2006).

Jenis plankton di tambak mangrove Blanakan mencapai 27 genera. Jenis fitoplankton yang dominan adalah chrysophyceae, dan jenis zooplankton yang dominan adalah crustaceae. Kedua jenis plankton itu lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan, sehingga sering mendominasi kawasan mangrove (Dittel & Epifanio 1990; Ambler *et al.* 1991; Santra *et al.* 1991; Kannan & Vasantha 1992; Mani 1992; Chaghtai & Saifullah 1992; Godhantaraman 1994).

Kelimpahan plankton di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 561-5643 ind/L. Kelimpahan plankton tertinggi terdapat di tambak perhutani. Hal itu karena didukung oleh beberapa faktor abiotik yang sesuai, seperti:

salinitas (Ciferri 1983; Yunus *et al.* 1989), tingkat kecerahan (Mintardjo *et al.* 1985), konsentrasi TDS (Alongi 1994; Harrison *et al.* 1994; Gunadi & Wardoyo 2006), suhu (Ray & Rao 1964; Wiadnyana & Wagey 2004), dan pasang surut (Amin & Jompa 2006). Komunitas plankton di tambak mangrove Blanakan memiliki tingkat keragaman sedang ($H' = 1,51-2,34$), penyebaran cukup merata ($E = 0,66-0,89$), dan tidak terjadi dominansi ($D = 0,16-0,32$).

Tumbuhan mangrove di sekitar tambak terbukti mampu meningkatkan kelimpahan dan keragaman plankton. Hal itu menunjukkan bahwa komunitas plankton dalam keadaan stabil, sehingga perairan tambak mangrove Blanakan berpotensi untuk pengembangan tambak. Guna mempertahankan stabilitas plankton, maka serangkaian upaya perlu dilakukan, seperti mempertahankan sisa tumbuhan mangrove yang ada dan kekayaan jenis dengan *Rhizophora* untuk menjaga kualitas air dari pencemaran, dan mengendalikan nutrien di perairan agar tidak terjadi *blooming* algae toksik.

Hasil analisis terhadap kelimpahan dan keragaman plankton, menyatakan bahwa lokasi paling ideal untuk pengembangan tambak adalah tambak tumpangsari. Hal itu karena tambak tumpangsari memiliki kelimpahan plankton yang cukup (1815 ind/L), komunitas plankton paling stabil ($H' = 2,34$; $E = 0,81$; $D = 0,16$), dan tingkat pencemaran ringan (RID = 0,84). Meskipun demikian, masih banyak hal yang perlu dievaluasi guna mewujudkan pertambakan yang optimal, seperti: cadangan nutrisi, pakan

alami (misal: makrobenthos), dan kemampuan perairan untuk mendukung pertumbuhan udang budidaya.

Guguran serasah berpotensi untuk memperkaya kandungan nutrisi sedimen. Nutrien sedimen penting bagi pengembangan tambak organik adalah C, N, dan P (Feller *et al.* 1999; Davis *et al.* 2003; Bouillon *et al.* 2007; Rezende *et al.* 2007; Flynn 2008; Kamaruzzaman *et al.* 2008). Hal itu karena nutrisi sedimen menjadi faktor pembatas kehidupan makrobenthos (Tenore 1988; Kahar *et al.* 1991; Herman *et al.* 1999; Yi-jie *et al.* 2007; Paz *et al.* 2008; Lee 2008).

Kandungan C, N, dan P sedimen di tambak mangrove Blanakan berturut-turut adalah 1,70-2,69%; 0,14-0,18%; dan 0,03-0,04%. Nutrien sedimen di kawasan mangrove dipengaruhi beberapa faktor antara lain oleh aliran pencucian air tanah (Boto 1982; Lacerda *et al.* 2006) dan sumber antropogenik (Lacerda *et al.* 2006). Berdasarkan kandungan C, kesuburan sedimen di tambak mangrove Blanakan adalah sedang hingga tinggi (baku mutu C sedimen = >0,5%), tetapi berdasarkan kandungan N, kesuburan sedimen adalah rendah hingga sedang (baku mutu N sedimen = >0,16%). Meskipun demikian, nutrisi sedimen di tambak mangrove Blanakan lebih tinggi daripada tambak Maros, Sulawesi Selatan (Hanafi *et al.* 1996), estuarin sungai Selangor, Malaysia (Nakao *et al.* 1989), mangrove Taiwan utara (Kao dan Chang 1998), estuarin Westernschelde (Herman *et al.* 1999) dan mangrove Ao Nam Bor, Thailand (Kristensen *et al.* 1988). Hal itu

menunjukkan bahwa laju penguraian bahan organik di sedimen tambak mangrove Blanakan tersebut lebih baik dibandingkan kawasan di atas.

Rasio C/N sedimen di tambak mangrove Blanakan dalam keadaan seimbang, karena berkisar antara 8-15 sesuai pendapat Nessa (1985). Hal itu karena peran akar tumbuhan mangrove yang menjebak nutrisi dan mengendapkan ke dalam sedimen. Rasio C/N sedimen yang seimbang menunjukkan bahwa sedimen di kawasan mangrove Blanakan berpotensi untuk pengembangan tambak udang secara organik. Meskipun demikian, hal itu harus dipertahankan agar kondisi tidak banyak berubah, salah satu upaya adalah dengan menjaga kualitas sedimen terhadap berbagai pencemaran. Oleh karena itu, sisa tumbuhan mangrove yang ada harus tetap dipertahankan dan diperkaya dengan jenis *Rhizophora*, karena jenis ini berperan penting sebagai biofilter dan pengkelat agen pencemar.

Nutrien sedimen sangat dibutuhkan oleh makrobenthos infauna. Makrobenthos memiliki peranan penting dalam ekosistem mangrove karena terlibat siklus nutrisi sedimen (Rhoads 1974; Aller 1988; Aller & Aller 1998; Yi-jie *et al.* 2007). Kelimpahan dan keragaman makrobenthos infauna sering menjadi indikator kesuburan sedimen (Raut *et al.* 2005; Bigot *et al.* 2006; Pirzan *et al.* 2006; Yi-jie *et al.* 2007). Studi mengenai komunitas dan peran makrobenthos di kawasan mangrove banyak dievaluasi oleh beberapa peneliti, seperti: Dittmann (2001), Barnes (2003), Indarjani (2003), Daan & Mulder (2005), dan Saravanakumar *et al.* (2007).

Jenis makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan mencapai 25 spesies. Jenis makrobenthos dominan adalah gastropoda. Hal itu diduga karena kesesuaian dengan substrat dasar (Hutchings & Recher 1981), sehingga jenis itu banyak mendominasi kawasan mangrove (Ashton *et al.* 2003; Barnes 2003; Raut *et al.* 2005; Yi-jie *et al.* 2007).

Kelimpahan makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan berkisar antara 17.143–40.346 ind/m³. Kelimpahan makrobenthos infauna yang tinggi terdapat di tambak perhutani. Makrobenthos infauna di tambak mangrove Blanakan memiliki tingkat keragaman sedang ($H' = 1,36-1,59$), penyebaran merata ($E = 0,66-0,84$), dan komunitas relatif stabil ($D = 0,26-0,35$). Hal itu diduga karena kawasan mangrove Blanakan mampu menyediakan ruang dan makanan dalam jumlah cukup bagi makrobenthos (Wright *et al.* 1992; Lukman 1990 dalam Sahri *et al.* 2000; Bosire *et al.* 2004). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa komunitas makrobenthos dalam keadaan stabil, sehingga sedimen di tambak mangrove Blanakan berpotensi untuk pengembangan tambak udang secara organik.

Meskipun demikian, stabilitas makrobenthos infauna harus tetap dijaga untuk menjamin keberlanjutan rantai makan di masa mendatang. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga stabilitas makrobenthos infauna adalah dengan mempertahankan stabilitas dan kualitas substrat, terutama saat terjadi sedimentasi. Selanjutnya, sisa tumbuhan mangrove yang ada perlu dipertahankan dan diperkaya dengan jenis *Rhizophora sp*, sehingga mampu mengendalikan proses sedimentasi dari pantai. Tumbuhan mangrove ini juga

berperan sebagai *biotrapping* untuk mengendalikan polutan yang masuk ke kawasan tambak.

Plankton dan makrobenthos infauna berperan penting dalam budidaya tambak. Plankton merupakan salah satu organisme akuatik yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas air, karena stabilitas komunitasnya dipengaruhi oleh faktor abiotik air, seperti suhu, salinitas, pH, DO, TDS, kecerahan, dan nutrisi terlarut. Oleh karena itu, hal itu mempengaruhi sintasan hewan budidaya. Sintasan udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari, yaitu 9,11-22,00%. Hal itu diduga karena tambak tumpangsari memiliki kesuburan tinggi, komunitas plankton stabil, dan pencemaran rendah.

Faktor abiotik air juga turut mendukung sintasan udang windu yang dipelihara di tambak tumpangsari. Hasil pengukuran terhadap kualitas air menunjukkan bahwa suhu, DO, pH, TSS, N-NH₄, dan N-NO₂ di tambak tumpangsari sesuai untuk budidaya udang windu. Meskipun demikian terdapat faktor abiotik air yang belum sesuai untuk budidaya udang windu, seperti salinitas dan kecerahan. Oleh karena itu, perlu ada pembenahan struktur tambak, salah satunya adalah dengan memperbaiki saluran irigasi, sehingga regulasi air laut dan air tawar berjalan dengan baik. Pembenahan tersebut diharapkan dapat memperbaiki salinitas agar memenuhi standar baku yaitu 15-25 ppt, sehingga lebih optimal untuk budidaya tambak.

Berbeda dengan plankton, makrobenthos infauna berperan sebagai sumber pakan alami hewan budidaya. Oleh karena itu, komunitas

makrobenthos infauna menentukan laju pertumbuhan spesifik hewan budidaya. Laju pertumbuhan spesifik udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari, yaitu 3,71-4,24% per hari. Hal itu diduga karena tambak tumpangsari memiliki komunitas makrobenthos infauna yang lebih stabil. Dengan demikian, ketersediaan pakan alami untuk pertumbuhan udang windu lebih terjamin dan tercukupi.

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, bahwa sintasan dan laju pertumbuhan spesifik udang windu yang tinggi terdapat di tambak terbuka dan tambak tumpangsari. Hal itu membuktikan bahwa tambak tumpangsari cukup berhasil untuk lokasi budidaya udang windu organik.

Meskipun demikian, perlu ada upaya untuk memacu produksi udang windu, sehingga dapat mencukupi permintaan dalam negeri maupun luar negeri. Upaya yang dapat dilakukan guna meningkatkan produksi udang windu adalah meningkat pakan alami, menjaga kualitas air, dan mencegah serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, serangkaian pengelolaan tambak yang lebih baik perlu dilakukan dimasa depan.

Berdasarkan uraian di atas, potensi tegakan, struktur, dan komposisi vegetasi mangrove Desa Blanakan menjadi berkelanjutan jika dilakukan penanaman *Rhizophora sp.* pada lapisan kedua dari pinggiran pantai. Hal itu dilakukan dengan harapan penutupan lahan di kawasan tambak mangrove optimal, laju dekomposisi menjadi baik, dan siklus nutrien berlangsung lebih optimal, sehingga komunitas plankton dan makrobenthos infauna di tambak mangrove Desa Blanakan menjadi stabil menjadi pakan alami udang dan

kemudian meningkatkan sintasan, pertumbuhan, dan produksi udang di tambak mangrove Blanakan. Kondisi tersebut sangat berpotensi dikembangkan sebagai area budidaya tambak udang organik, terutama tambak tumpangsari mengingat tambak tersebut merupakan budidaya yang menerapkan asas konservasi mangrove bersamaan dengan budidaya udang. Selanjutnya, melalui penerapan tambak tumpangsari dengan luas penutupan tajuk secara benar dapat diperoleh manfaat ekosistem mangrove lebih optimal, baik manfaat ekologi maupun ekonomi, sehingga pengembangan tambak organik mampu mendukung rencana pemerintah untuk meningkatkan ketahanan pangan dan revitalisasi perikanan secara nasional.



RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN UMUM

Kesimpulan umum yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Potensi tegakan, struktur, dan komposisi merupakan monolayer lapisan tajuk dengan satu jenis dominan yaitu *Avicennia marina*.
2. Produksi serasah di tambak mangrove Blanakan termasuk baik, tetapi laju dekomposisi serasah tergolong buruk.
3. Faktor abiotik (suhu, DO, pH, TSS, N-NH₄, dan N-NO₂) di tambak mangrove Blanakan sesuai untuk budidaya udang windu organik.
4. Cadangan nutrien masih di bawah ambang batas maksimum, sehingga mampu mendukung pertumbuhan plankton dan makrobenthos infauna.
5. Komunitas plankton dan makrobenthos infauna cukup stabil, tergolong subur
6. Tambak mangrove Blanakan memiliki potensi untuk produksi udang windu secara organik

SARAN

1. Perbaikan laju dekomposisi dapat dilakukan dengan menggabungkan *Rhizophora* sp. sebagai *double layer* lapisan tajuk untuk mendukung pengkayaan nutrisi.
2. Tambak terbuka terbukti memberikan dampak yang negatif terhadap ekosistem mangrove sehingga perluasan jenis tambak ini perlu dihentikan. Tambak tumpangsari memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang seimbang, sehingga dapat dimanfaatkan untuk budidaya udang organik berkelanjutan .
3. Penelitian dan pemantauan ekologi mangrove seperti produktivitas primer maupun sekunder, siklus nutrien, pencemaran, dan struktur komunitas beragam organisme perlu ditingkatkan di masa mendatang, mengingat ancaman kerusakan terhadap ekosistem tersebut semakin meningkat.



DAFTAR ACUAN UMUM

- Adesalu, T.A. & D.I. Nwanko. 2008. Effect of water quality on phytoplankton of sluggish tidal creek in Lagos, Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Science* 11 (6): 836-844.
- Ahmad T. 2006. Pembenahan wajah lingkungan perikanan budidaya. *Dalam: T. Ahmad, Syah, R., Mustafa, A. dan Priono, B. 2006. Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan budidaya. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta: 1-10.*
- Ahmad T., M. Tjaronge & E. Suryati. 2003. Performances of tiger shrimp culture in environmentally friendly ponds. *Indonesian Journal of Agriculture Science*, 4(2): 48-55.
- Ahmad T., M. Tjaronge & F. Cholik. 2001. The use of mangrove stands for shrimp ponds waste-water treatment. *IFR Journal* 7(1): 7-15.
- Ahmad, T. & M. Mangampa. 2000. The use of mangrove stands for bioremediation in close shrimp culture system. *Proceeding of International Symposium on Marine Biotechnology. Bogor Agriculture University. Bogor, 114-122.*
- Aller, R.C. & Aller, J.Y. 1998. The effect of biogenic irrigation intensity and solute exchange on diagenetic reaction rate in marine sediment. *Journal of Marine Research* 56: 905-936.
- Aller, R.C. 1988. Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: the role of burrow structure. *Dalam: T.H. Blackburn & J.*

- Sorensen. 1988. *Nitrogen cycling in coastal marine environments*. John Wiley, New York: 301-338.
- Alongi, D.M. 1994. Zonation and seasonality of benthic primary production and community respiration in tropical mangrove forests. *Oecologia* 98(3-4): 320-327.
- Ambler, J.W., Ferrari, F.D. & Fornshell, J.A. 1991. Population structure and swarm formation of the cyclopoid copepod *Dioithona oculata* near mangrove cays. *Journal Plankton of Research* 13(6): 1257-1272.
- Amin, M. & H. Jompa. 2006. Komposisi dan kelimpahan plankton di sepanjang aliran Sungai Maranak, Sulawesi Selatan. Dalam: T. Ahmad, Syah, R., Mustafa, A. & Priono, B. 2006. *Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan budidaya*. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta: 57-64.
- Anandan, K. & K.R. Sridhar. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf and woody litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current Science* 87(10): 1431-1437.
- Anonim. 2003. *Status lingkungan hidup daerah Kabupaten Maros*. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah, Maros.
- Anonim. 2004. *Statistik perikanan budidaya Indonesia 2002*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Jakarta.
- Anonim. 2007. *Potensi Desa Blanakan Tahun 2007*. Blanakan.
- Antia, N.J., B.R. Berland, D.J. Bonin & S.Y. Maestrini. 1975. Comparative evolution of certain organic and inorganic sources of nitrogen for

- phototrophic growth of marine microalgae. *Journal of Marine Biology Association of UK* 55: 519-539.
- Anwar, J., Sengli, J., Damanik, Hasim, N. & Whitten, A.S. 1984. *Ekologi hutan sumatra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ardy, A. 1996. Studi Produktivitas dan Laju Dekomposisi Serasah di Tambak Tumpangsari Pola Empang Parit dengan Berbagai Komposisi Jenis Mangrove. Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arifin Z., D. Adiwidjaya, U. Komarudin, A. Nur, A. Susanto, A. Taslihan, K. Ariawan, M. Mardjono, E. Sutikno, Supito & M.S. Latief. 2007. *Penerapan best management practices (BMP) pada budidaya udang windu (Penaeus monodon Fabricius) intensif*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jepara: 77 hlm.
- Ashton, E.C., D.J. Macintosh & P.J. Hogarth. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Serawak, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 19 (2): 127-142.
- Ashton, E.C., P.J. Hogarth & R. Ormond. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia* 413: 77-88.

- Athithan, S. & Ramadhas, V. 2000. Bioconversion efficiency and growth in the White Shrimp *Penaeus indicus* (Milne Edward), fed with decomposed mangrove leaves. *Naga, The ICLARM Quartely* 23 (1).
- Barnes, R.S.K. 2003. Interactions between benthic molluscs in Sulawesi mangal, Indonesia: the cerithiid mud-creeper *Cerithium corallium* and potamidid mud-whelks *Terebralia* spp. *Journal of The Marine Biological Association of The UK* 83 (3): 483-487.
- Bengen, D.G. 1998. *Ekosistem dan sumberdaya hutan mangrove*. Makalah Kursus Pelatihan. PKSPL-IPB. Bogor.
- Bengen, D.G. 2001. *Sinopsis ekosistem dan sumberdaya alam pesisir dan laut*. Pusat Pengkajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bengen, D.G. 2004. *Ekosistem dan sumberdaya pesisir dan laut serta prinsip pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor: 72 hlm.
- Bigot, L., Conand, C., Amouroux, J.M., Frouin, P., Bruggemann, H. & Gremare, A. 2006. Effects of industrial outfalls on tropical macrobenthic sediment communities in Reunion Island (Southwest Indian Ocean). *Marine Pollution Bulletin* 52 (8): 865-880.
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Cannici, S. & Koedam, N. 2004. Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropic mangrove bay. *Biodiversity and Conservation* 13 (6): 1059-1074.

- Boto, K.G. 1982. Nutrient and organic fluxes in mangrove. *Dalam: Clough, B.F. 1982. Mangrove ecosystems in Australia. Australian Institute of Marine Science in association with Australian National University Press. Canberra: 239-257.*
- Bouillon, S., F. Dehairs, B. Velimirov, G. Abril & A.V. Borges. 2007. Dynamics of organic and inorganic carbon across contiguous mangrove and seagrass systems (Gazi Bay, Kenya). *Journal of Geophysical Research* 112: G02018.
- Bunt, J.S., Boto, K.G. & Boto, G. 1979. A survey method for estimating potential levels of mangrove forest primary productivity. *Marine Biology* 52: 123-128.
- Chaghtai, F. & Saifullah, S.M. 1992. First recorded bloom of *Navicula bory* in a mangrove habitat of Karachi. *Pakistan Journal of Marine Sciences* 1(2): 139-140.
- Chanratchakool, P. 2003. Problems in *Penaeus monodon* culture in low salinity areas. *Aquaculture Asia* 8 (1): 54-56.
- Chapman, M.G. 1998. Relationships between spatial patterns of benthic assemblages in a mangrove forest using different levels of taxonomic resolution. *Marine Ecology* 162: 71-78.
- Chong, V.C., A. Sasekumar, M.U.C. Leh & R. D'Cruz. 1990. The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system, with comparisons to adjacent mud flats and inshore waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 31: 703-722.

- Ciferri, O. 1983. *Spirulina*, the edible microorganism. *Microbiological Review* 47(4): 551-578.
- Daan, R. & M. Mulder. 2005. *The macrobenthic fauna in The Dutch Sector of The North Sea in 2004 and a comparison with previous data*. Royal Netherlands Institute for Sea Research: 97 hlm.
- Davis, S.E., C. Coronado-Molina, D.L. Childers & J.W. Day. 2003. Temporally dependent C, N, and P dynamics associated with the decay of *Rhizophora mangle* L. leaf litter in oligotrophic mangrove wetlands of the Southern Everglades. *Aquatic Botany* 75: 199-215.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. *Revitalisasi perikanan budidaya 2006-2009*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta: 275 hlm.
- Dick, T.M. & Osunkoya, O.O. 2000. Influence of tidal retriCTION floodgates on decomposition of mangrove litter. *Aquatic botany* 68: 273-280.
- Direktorat Bina Pesisir. 2007. *Pedoman pengelolaan ekosistem mangrove*. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta: 124 hlm.
- Dittel, A.I. & Epifanio, C.E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in tropical mangrove systems, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Ecology Progress Series* 65: 25-34.
- Dittmann, S. 2001. Abundance and distribution of small infauna in mangroves of Missionary Bay, North Queensland Australia. *Revista de Biologia tropical* 49 (2).

- Djamali A. 1991. Telaah ekologis kelimpahan juwana udang jerbung (*Penaeus merquiesiensis* de Haan) di perairan sekitar mangrove sungai Donan, Cilacap Jawa Tengah. Prosiding Seminar IV Ekosistem Mangrove. Jakarta: 10 hlm.
- Ellison, J.C. & S. Simmonds. 2003. Structure and productivity of inland mangrove stands at Lake MacLeod, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 86: 25-30.
- Ewel, K.C., Twilley, R.R. & Ond, J.E. 1998. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7(1): 83-94.
- Fabregas, J., L. Toribio, J. Abalde, A. Cabezas & C. Herrero. 1987. Approach to biomass production of the marine microalgae *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butch using common garden fertilizer and soil extract as cheap nutrient supply in batch culture. *Aquaculture Engineering* 6: 141-150.
- FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Roma: 89 hlm.
- Feliatra. 2003. Role of nitrifying bacteria in purification process of brackish water ponds (tambak) in Riau Province Indonesia. *Jurnal Natur Indonesia* 5 (2): 133-138.
- Feller, I.C., D.F. Whigham, J.P. O'Neill & K.L. McKee. 1999. Effect of nutrient enrichment on within-stand cycling in a mangrove forest. *Ecology* 80 (7): 2193-2205.

- Feller, I.C., K.L. Mckee, D.F. Whigham & J.P. O'Neill. 2002. Nitrogen vs. phosphorus limitations across an ecotonal gradient in a mangrove forest. *Biogeochemistry*: 1-31
- Field, C.D. 1996. Rationale for restoration of mangrove ecosystems. *Dalam: Field, C.D. 1996. Restoration of mangrove ecosystems. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa: 233-250.*
- Findlay, S. & Tonore, K.R. 1982. Effect of a free living marine nematode (*Diplolaimella chitwood*) on detrital carbon mineralization. *Marine Ecology Progress Series* 8: 161-166.
- Flynn, A.M. 2008. Organic matter and nutrient cycling in a coastal plain estuary: carbon, nitrogen and phosphorous distribution, budgets and fluxes. *Journal of Coastal Research* 55: 76-94.
- Gilbert, A.J. & Jenssen, R. 1998. Use of environmental function to communicate the value of a mangrove ecosystem under different management regimes. *Ecological Economic* 25(3): 323-346.
- Godhantaraman, N. 1994. Species composition and abundance of tintinnids and copepods in the Pichavaram mangrove (South India). *Ciencias Marinas* 20(3): 371-391.
- Graaf, G.J. de & Xuan, T.T. 1998. Extensive shrimp farming, mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 159-166.

- Gunadi, B. & S.E. Wardoyo. 2006. Kajian aspek fisika, kimia, dan biologi perairan Situ Rawabebek, Karawang, dalam rangka pengelolaan perikanan berbasis budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(1): 115-129.
- Gunarto. 2004. Konservasi mangrove sebagai pendukung sumber hayati perikanan pantai. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(1): 15-21.
- Hanafi, A., A. Mustafa, B. Pantjara, A. Mansyur, M. Amin, Burhanuddin, A. Tompo dan Usman. 1996. Pengelolaan partikel koloid dan fosfat pada lahan marginal kawasan pesisir. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros: 79 hlm.
- Harrison, P.J., Snedaker, S.C., Ahmed, A.I. & Azam, F. 1994. Primary producers of the arid climate mangrove ecosystem of the Indus River Delta, Pakistan: an overview. *Tropical Ecology* 35(2): 155-184.
- Hassan, R. 1990. *Garis panduan mutu air untuk ternakan ikan dan udang laut*. Risalah Perikanan. Jabatan Perikanan Malaysia: 43 hlm.
- Herman, P.M.J., J.J. Middleburg, J.V.D. Koppel & C.H.R. Heip. 1998. Ecology of estuarine macrobenthos. *Ecological Research* 29: 195-240.
- Hilmi E. 2005. Biodiversity flora mangrove indikator kestabilan ekosistem. *Dalam: E. Yuwono, P. Sukardi, E. Hilmi, U. Susilo, S.B.I Simanjuntak, B. Haryadi & F.N. Rachmawati. 2005. Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan. Fakultas Biologi dan Program Sarjana Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto: 51-58.*

- Huang L., Lan, C. & Shu, W. 2001. Leaf decomposition of two species in a mangrove in Futian of Shenzhen. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 12(1): 35-38.
- Hutchings, P.A. & H.F. Recher. 1981. The fauna of Australian mangroves. *Linnealogy Society of New South Wales* 106 (1): 84-109.
- ICAR. 2001. *Soil and water quality management in brackishwater aquaculture*. Central Institute of Brackishwater Aquaculture (Indian Council of Agriculture Research), Chennai: 99 pp.
- Indarjani. 2003. Infaunal communities in South Australian Temperate mangrove systems. Thesis. Environmental Biology, School of Earth and Environmental Sciences, Adelaide University, Adelaide: 175 hlm.
- Inoue, Y.O., Hadiyati, H.M.A. Affendi, K.R. Sudarma & I.N. Budiana. 1999. *Sustainable management models for mangrove forest*. Japan International Cooperation Agency: 46 hlm.
- Joseph, K.O. & Gupta, B.P. 1996. *Shrimp culture: Water quality management*. Central Institute of Brackishwater Aquaculture (Indian Council of Agriculture Research), Madras: 4.
- Kahar, A. Hanafi, F. Cholik & S. Tonnek. 1991. Evaluasi produktivitas perairan pantai bagi pengembangan tata ruang pantai. *Dalam: Suparno, S Wibowo, A M Angawati dan R Arifudin*. 1991. Prosiding Pertemuan Teknis Pelestarian Lingkungan Hidup Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Departemen Pertanian, Jakarta: 35-49.

- Kaly, U.L. & Jones, G.P. 1998. Mangrove restoration: a potential tool for coastal management in tropical developing countries. *Ambio* 27: 656-661.
- Kamaruzzaman, B.Y., M.C. Ong, M.S.N. Azhar, S. Shahbudin & K.C.A. Jalal. 2008. Geochemistry of sediment in the major estuarine mangrove forest of Terengganu region, Malaysia. *American Journal of Applied Sciences* 5 (12): 1707-1712.
- Kannan, L. & Vasantha, K. 1992. Microphytoplankton of the Pichavaram mangals, southeast coast of India: species composition and population density. *Hydrobiologia* 247: 77-86.
- Kao, W. & K. Chang. 1998. Stable carbon isotope ration and nutrient contents of the *Kandelia candel* mangrove populations of different growth forms. *Botanical Bulletin Academic Sciences* 39: 39-45.
- Kathiseran, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystems. *Marine Biology* 40: 81-251.
- Kawaroe, M., D.G. Bengen, M. Eidman & M. Boer. 2001. Kontribusi ekosistem mangrove terhadap struktur komunitas ikan di Pantai Utara Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Pesisir dan Lautan* 3(3): 12-25.
- Keiluhu, H.J. 2000. Pola produksi dan laju dekomposisi daun *Rhizophora mucronata* di Hutan Taman Wisata Teluk Yotefa Kotamadya Jayapura-Papua. Tesis. Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Depok, 77.

- Kristensen, E., F. Andersen & L.H. Kofoed. 1988. Preliminary assessment of benthic community metabolism in south-east Asian mangrove swamp. *Marine Ecology* 48: 137-145.
- Kusmana, C. 1995. *Manajemen hutan mangrove di Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusmana, C. 2003. *Teknik rehabilitasi mangrove*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusmana, C., S. Takeda & H. Watanabe. 1994. Litter production of mangrove forest in East Sumatera, Indonesia. *Dalam: Soemodihardjo S., P. Wiroatmodjo, S. Bandijono, M. Sudomo & Suhardjo*. 1990. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove, Jember: 247-265.
- Lacerda, L.D. de, A.G. Vaisman, L.P. Maia, C.A.R.E Silva & E.M.S. Cunha. 2006. Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. *Aquaculture* 235: 433-446.
- Lacerda, S.R., Koenig, M.L., Neumann-Leitao, S. & Flores-Montes, M.J. 2004. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaraca-Pernambuco-Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 64 (1): 81-94.
- Laune, R.D. de, W.H. Patrick Jr & J.M. Brannon. 1976. *Nutrient transportations in lousiana salt marsh Soil*. Sea Grant Publication No. LSU-T-76-009. Centre for Wetlands Resources, Lousiana State University, USA.

- Lee, S.Y. 1989. Litter production and turnover of the mangrove *Kandelia candel* (L.) druce in a Hongkong tidal shrimp pond. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29 (1): 75-87.
- Lee, S.Y. 1995. Mangrove outwelling: a review. *Hydrobiologia* 295: 203-212.
- Lee, S.Y. 2008. Mangrove macrobenthos: assemblages, services and linkages. *Journal of Sea Research* 59 (1-2): 16-29.
- Loi, T.H., Tri, L.Q. & Tree, J. 2002. Biomass of *Rhizophora apiculata* and soil characteristics in the coastal area of Camau Province, Mekong Delta, Vietnam. Workshop of Integrated Management of Coastal Resources in the Mekong Delta, Vietnam: 65-70.
- Luttrell, C. 1999. The importance of property rights in mangrove areas: a case study from Indonesia. Proceedings National Workshop on Sustainable and Economically Efficient Utilization of Natural Resources in Mangrove Ecosystem, Nha Trang, 1-3 November 1998. CRES, Vietnam National University.
- Mahasneh, A.M. 2001. Bacterial decomposition of *Avicennia marina* leaf litter from Al-khor (Qatar-Arabian Gulf). *Journal of Biological Sciences* 1(8): 717-719.
- Mani, P. 1992. Natural phytoplankton communities in Pichavaram mangrove. *Indian Journal of Marine Sciences* 21(4): 278-280.
- Mason, C.F. 1976. *Decomposition*. Department of The Environmental. Oxford: 243 hlm.

- May, J.D. 1999. Spatial variation in litter production by the mangrove *Avicennia marina* var. *australasica* in Rangaunu Harbour, Northland, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 33: 163-172.
- McGill, J.T. 1958. Coastal landforms of the world. Map suppl. *Dalam*: Russel, R. J. 1959. Second Coastal Geography Conf. Coastal Studies Institute, Louisiana State University: 472 hlm.
- McKee, K.L. & Faulkner, P.L. 2000. Mangrove peat analysis and reconstruction of vegetation history at the Pelican Cays, Belize. *Atoll Research Bulletin* 468: 45-58.
- Melillio, J.M., R.J. Naiman, J.D. Aber & A.E. Linkins. 1984. Factors controlling mass loss and nitrogen dynamics of plant litter decaying in Northern Streams. *Bulletine of Marine Science* 35(3): 341-356.
- Mfilinge, P.L., Atta, N & Tsuchiya, M. 2002. Nutrient dynamics and leaf litter decomposition in a subtropical mangrove forest at Oura Bay, Okinawa, Japan. *Trees* 16: 172-180.
- Middleton, B.A. & K.L. McKee. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. *Journal of Ecology* 89: 818-828.
- Mintardjo K., A. Sunaryanto, Utaminingsih & Hermiyarningsih. 1985. Persyaratan tanah dan air. *Dalam*: Anonim. 1985. *Pedoman budidaya tambak ditjen perikanan*. Departemen Pertanian, Jakarta.

- Mokolensang, J.F. & A. Tokuyama. 1998. Litter production of mangrove forests at the Gesashi River. *Buletine Collection Science of University of Ryukyus* 65: 73-79.
- Moriya, H., A. Komoyama & S. Prawiroatmodjo. 1988. Specific characteristics of leaf dynamics. *Dalam: Oginio, K. & M. Chihara. 1986. Biological system of mangrove. A report of East Indonesian Mangrove Expedition. Echine University, Tokyo: 123-136*
- Morrisey, D.J., C. Beard, M. Morrison, R. Craggs & M. Lowe. 2007. *The New Zealand Mangrove: review of the current state of knowledge*. Auckland Regional Council Technical Publication, Auckland: 162 him.
- Mustafa, A., Utojo, Hasnawi & Rachmansyah. 2006. Validasi data luas lahan budidaya tambak di Kabupaten Maros dan Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(3): 419-430.
- Mwaluma, J., M. Osore, J. Kamau & P. Wawiye. 2003. Composition, abundance and seasonality of zooplankton in Mida Creek, Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 2 (2): 147-155.
- Naamin N. 1987. Impact of "tambak" aquaculture to the mangrove ecosystem and its adjacent areas with special reference to the north coast West Java. *Dalam: Mangrove of Asia and the Pacific: Status and Management*. Tech Rep. UNDP/UNESCO Research and Training Pilot Programme on Natural Resources Management Center and National

- Mangrove Committee, Ministry of Natural Resources, Philippines: 355-366.
- Navarrete, A.J. & J.J.O. Rivera. 2002. Litter production of *Rhizophora mangle* at Bacalar Chico, Southern Quintana Roo, Mexico. *Universidad y Ciencia* 18(36): 79-86.
- Naylor, R.L., R.J. Goldberg, J. Primavera, N. Kautsky, M.C.M Beveridge, J. Clay, C. Folke, J. Lubchenco, H. Mooney & M. Troell. 2001. Effects of aquaculture on world fish supplies. *Issues in Ecology* 8: 1-12.
- Neilson, A.H. & T. Larsson. 1980. The utilization of organic nitrogen for growth of algae: physiological aspects. *Physiology Plant* 48: 542-543.
- Nessa, M.N. 1985. Pengaruh faktor pengelolaan dan lingkungan terhadap daya hasil tambak (Kasus Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan). Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nga, B.T. 2004. Post-larvae of the shrimp *Penaeus monodon* and their interaction with *Rhizophora apiculata*. Thesis. Wageningen University. Wageningen.
- Noor, Y.R.M, Khazali & I.N.N. Suryadipura. 1999. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. Wetland International Indonesia Programme, Bogor: 220 hlm.
- Nuhman. 2007. Kelimpahan dan keanekaragaman serta dominansi plankton di tambak darat. *Neptunus* 13(2): 141-147.

- Nur, S.H. 2002. Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove secara lestari untuk tambak tumpangsari di Kabupaten Indramayu Jawa Barat. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 249 pp.
- Nuryanto, A. 2003. *Sylvofishery* (mina hutan): Pendekatan pemanfaatan hutan mangrove secara lestari. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Onrizal. 2002. *Evaluasi kerusakan kawasan mangrove dan alternatif rehabilitasinya di Jawa Barat dan Banten*. Program Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Osore, M.K.W, F. Fiers & M.H. Daro. 2003. Copepod composition, abundance and diversity in Makupa creek, Mombasa, Kenya. *Western Indian Journal of Marine Sciences* 2 (1): 65-73.
- P3O LIPI & Pusfatja LAPAN. 2000. *Inventarisasi dan pengkajian potensi mangrove menggunakan teknologi penginderaan jauh*. Pusfatja-LAPAN, Jakarta.
- Pantjara, B., Aliman, M. Mangampa, D. Pongsapan & Utojo. 2006. Kesesuaian dan pengelolaan lahan budi daya tambak di Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(1): 131-141.
- Paz, L. de, J.M. Neto, J.C. Marques & A.J. Laborda. 2008. Response of intertidal macrobenthic communities to long term human induced change in the Eo estuary (Austrias, Spain): implication for environmental management. *Marine Environmental Research* 66: 288-299.

Pirzan, A.M., D. Rohama, Utojo, Burhanuddin, Suharyanto, Gunarto & H.

Padda. 2001. Telaah biodiversitas di kawasan tambak dan mangrove.

Laporan Akhir Proyek Inventarisasi dan Evaluasi Sumber Daya

Perikanan Pesisir. Balai Penelitian Perikanan Pantai. Maros, 37 hal.

Pirzan, A.M., P.R. Pong-Masak & Utojo. 2006. Keragaman fitoplankton pada

lahan budidaya tambak di kawasan pesisir Donggala dan Parigi-

Moutong, Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(3): 359-372.

Pong-Masak P.R., A.M. Pirzan & Sahabuddin. 2006. Komposisi dan

kelimpahan plankton di perairan Teluk Rataotok, Minahasa Selatan,

Sulawesi Utara. *Dalam*: T. Ahmad, Syah, R., Mustafa, A., & Priono, B.

2006. Kajian keragaan dan pemanfaatan lingkungan perikanan

budidaya. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta: 39-45.

Primavera, J.H. 1995. Mangrove and brackish water pond culture in the

Philippines. *Hydrobiologia* 295: 303-309.

Primavera, J.H. 2000. Integrated mangrove-aquaculture systems in Asia.

Integrated Coastal Zone Management: 121-128.

Rajendran, N. & K. Kathiseran. 2007. Microbial flora associated with

submerged mangrove leaf litter in India. *International Journal of*

Tropical Biology 55(2): 393-400.

Rajkaran, A. & J.B. Adams. 2007. Mangrove litter production and organic

pools in the Mngazana Estuary, South Africa. *African Journal of*

Aquatic Science 32(1): 17-25.

- Rao, T.S.S. & S.R.S. Nair. 1984. Trophic relationships in mangrove ecosystems, a summary, p. 87-91. In Introductory Training Course on Mangrove Ecosystems, UNDP/UNESCO.
- Rasolofo, M.V. 1997. Use of mangroves by traditional fishermen in Madagascar. *Mangrove and Salt Marshes* 1: 243-253.
- Raut, D., T. Ganesh, N.V.S.S. Murty & A.V. Raman. 2005. Macrobenthos of Kakinada Bay in the Godavary Delta, East coast of India: comparing decadal changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 609-620.
- Ravichandran, R., S. Anthonisamy, T. Kannuapandi & T. Balasubramanian. 2007. Habitat preference of crabs in Pichavaram mangrove environment, Southeast Coast of India. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2 (1): 47-55.
- Ray, D. & N.G.S. Rao. 1964. Density of Freshwater Diatoms in Reaction to Some Physico-chemical Condition of Water. *Indian Journal of Fisheries* II (L).
- Rezende, C.E., Lacerda, L. D., Ovalle, A.R.C. & Silva, L.F.F. 2007. Dial organic fluctuations in a mangrove tidal creek in Sepetiba bay, Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67 (4): 673-680.
- Rhoads, D.C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 12: 263-300.
- Rimper, J. 2002. Kelimpahan fitoplankton dan kondisi hidrooseanografi perairan Teluk Manado. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Robertson, A.I. & Blaber, S.J.M. 1992. Plankton, epibenthos and fish communities. *Dalam: Robertson, A.I. & Alongi, D.M. 1992 Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union, Washington D. C.: 173-224.
- Robertson, A.I. 1988. Decomposition of mangrove leaf litter in tropical Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 166: 235-247.
- Robertson, A.I., Alongi, D.M. & Boto, K.G. 1992. Food chain and carbon fluxes. *Dalam: Robertson, A.I. & Alongi, D.M. 1992. Tropical mangrove ecosystems*. American Geophysical Union, Washington D. C.: 293-326.
- Sahri, A., W. Budiman & N. Andriyani. 2000. Keragaman makrobenthos pada berbagai substrat buatan di sungai Ciglagah Cilacap. *Biosfera* 15: 19-25.
- Santra, S.C., Pal, U.C. & Choudhury, A. 1991. Marine phytoplankton of the mangrove delta region of west Bengal. *Journal of Marine Biological Association of India* 33(1-2): 292-307.
- Saravanakumar, A., M. Rajkumar, J.S. Serebiah & G.A. Thivakaran. 2007. Abundance and seasonal variations of zooplankton in the arid zone mangroves of Gulf of Kachchh-Gujarat, Westcoast of India. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10 (20):
- Saru, A. 2007. Kebijakan pemanfaatan ekosistem mangrove terpadu berkelanjutan di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor: 203 hlm.

- Sasekumar, A.V.C, Chong, M.U. & R. D'Cruz. 1992. Mangroves as a habitat for fish and prawns. *Hydrobiologia* 247: 195-207.
- Selvam, V., Azariah, J. & Azariah, H. 1992. Diurnal variation in physical-chemical properties and primary production in the interconnected marine, mangrove and freshwater biotopes of Kakinada coast, Andhra Pradesh, India. *Hydrobiologia* 247: 181-186.
- Siddiqi, N.A. & Khan, M.A.S. 1996. Planting technique for mangrove on new accretions in the coastal areas of Bangladesh. *Dalam: Field, C. 1996. Restoration on mangrove ecosystems*. International Tropical Timber Organization and International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa: 143-159.
- Slim, F.J., Gwada, P.M., Kodjo, M. & Hemminga, M.A. 1997. Biomass and litterfall of *Ceriops tagal* and *Rhizophora mucronata* in the mangrove forest of Gazi bay, Kenya. *Marine and Freshwater Research* 73: 25-38.
- Soegiarto, A. & N. Polunin. 1982. *The marine Environment of Indonesia*. Dept. Zoology, University of Cambridge, Cambridge: 257 hlm.
- Soejarwo. 1978. Mengoptimalkan fungsi-fungsi hutan mangrove untuk menjaga kelestariannya demi kesejahteraan manusia. Prosiding Seminar I Hutan Mangrove, Jakarta.
- Soeriaatmadja, R.E. 1997. Kebijakan dan strategi pengelolaan keanekaragaman hayati Indonesia. Makalah Seminar Nasional Biologi XV. Badar Lampung 24-26 Juli 1997. Perhimpunan Biologi Indonesia cabang Lampung, Bandar Lampung: 19 hlm.

- Sontirat, S. 1989. Impacts of destractions on mangrove swamp or forest for shrimp culture purpose in Thailand. Symposium on Mangrove Management: its ecological and economic considerations. *Biotrop Special Publication 37*: 235-244.
- South, G.R. & A. Whittick. 1987. *Introduction of Phycology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 341 hlm.
- Sugama, K. 2002. Status budidaya udang introduksi *Litopenaeus vannamei* dan *L. stylirostris* serta prospek pengembangannya dalam tambak air tawar. Pusat Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta: 7 hlm.
- Sukardjo, S. 1993. The present status of the mangrove forests in the Northern Coast of West Java with special reference to the recent utilization. *Southeast Asian Studies 31(2)*: 141-157.
- Sumana, Y. 1985. *Hutan mangrove dan permasalahannya di Indonesia*. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi ekosistem sumberdaya hayati di wilayah pesisir dan laut tropis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta: 428 hlm.
- Tenore, K.R. 1988. Nitrogen in benthic food chains. *Dalam*: Blackburn, T.H. & J. Sorensen. *Nitrogen cycling in coastal marine environments*. John Wiley, New York: 191-206.
- Tresna, E. 2002. Kondisi hutan mangrove dan komunitas ikan di Perairan Mangrove Teluk Jakarta. Tesis. Program Studi Biologi, Program

- Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia, Depok: 91 hlm.
- Twilley, R.R., Boderó, A. & Robadue. 1993. Mangrove ecosystem biodiversity and conservation in Ecuador. *Dalam: Potter, C.S., J.I. Cohen & D. Janczewski. 1993. Perspective on biodiversity: case studies of genetic resources conservation and development. AAAS Press, Washington D. C.: 105-127.*
- Twilley, R.R., Gottfried, R.R., Rivera-Monroy, V.H., Zhang, W., Armijos, M.M. & Boderó, A. 1998. An approach and preliminary model of integrating ecological and economic constraints of environmental quality in the Guayas River estuary, Ecuador. *Environmental Science and Policy* 1: 271-288.
- Wafar, S., Untawale, A.G. & Wafar, M. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 111-124.
- Wepener, V. 2007. Carbon, nitrogen dan phosphorus fluxes in four subtropical estuaries of northern KwaZulu-Natal: case studies in the application of a mass balance approach. *Water SA* 33(2): 203-214.
- Wiadnyana, N.N. & G.A.S. Wagey. 2004. *Plankton, produktivitas dan ekosistem perairan*. Departemen Kelautan dan Perikanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia: 116 hlm.
- Wiebe, W., D.T. Gerace, L. Flowers, L. Jhonson, C. Ward, B. Oxonford, C. Parker, J. Techirky, S.R. Smith, J. Ellison, D. Mayer de, P. Bush, J.

- Garzo-Ferreira, J. Nivia, L.P.J. Por, J.A. Negelkerken, F.X. Geraldles, J. Ramirez, J. Herrera-Silviera, R.O. Sanchez-Arguelles, J.R. Garcia, G. Alleng, K. Bonair, R. Laydoo, R. Varela, E. Klein, D. Bone, D. Perez & D. Linton. 1997. Structure and productivity of mangrove forest in a Greater Caribbean Region. *Proceedings of the 8th International Coral Reefs Symposium 1*: 669-672.
- Wirjodarmodjo, H. & Hamzah, Z. 1984. Beberapa pengalaman Perum Perhutani dalam pengelolaan hutan mangrove. *Dalam*: S. Soemodihardjo, I. Soerianagara, M. Sutisna, P. Kartawinata, Supardi, N. Naamin & H. Alrasyid. 1982. Prosiding Seminar II Ekosistem Mangrove, 3-5 Agustus 1982. Baturaden: 29-40.
- Wosten, J.H.M., P. Willigen de, N.H. Tri, T.V. Lien & S.V. Smith. 2003. Nutrient dynamics in mangrove areas of the Red River Estuary in Vietnam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57(1-2): 65-72.
- Yani, E. 2005. Perkembangan *Rhizophora mucronata* Lam. dan *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam di Hutan Mangrove Cikiperan Cilacap. *Dalam*: E. Yuwono, P. Sukardi, E. Hilmi, U. Susilo, S.B.I Simanjuntak, B. Haryadi dan F.N. Rachmawati. 2005. Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan: pengembangan sains dan teknologi untuk pemanfaatan sumberdaya perairan tropis secara berkelanjutan. Fakultas Biologi dan Program Sarjana Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto: 38-40.

- Yi-jie, T., Y. Shi-xiao & W. Yan-yong. 2007. A comparison of macrofauna communities in different mangroves assemblages. *Zoological Research* 28 (3): 255-264.
- Yunus, T. Aslianti & S. Ismi. 1989. Pengaruh kadar garam yang berbeda terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai* 5(1): 52-57.
- Yunus. 1990. Pengaruh media kotoran ayam, babi dan sapi terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai* 6(2): 81-86.
- Zwieten, P.A.M. van, A.S. Sidik, Noryadi, I.Suyatna & Abdunnur. 2006. Aquatic food production in the coastal zone: data-based perceptions on the trade-off between mariculture and fisheries production of the mahakam delta and estuary, East Kalimantan, Indonesia. *CAB International*: 219-236.