

**POLA SEBARAN DAN KONDISI MIKROHABITAT RAMA-RAMA
(*Thalassina* spp.) DI LINGKUNGAN PESISIR BUKIT BATU,
BENGKALIS, RIAU**

Ila Rahayu, Ahmad Muhammad, Windarti

**Mahasiswa Program Studi S1 Biologi
Bidang Biologi Ekologi FMIPA
Bidang Manajemen Sumberdaya Perairan FAPERIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru 28293, Indonesia
*larahayui@yahoo.co.id***

ABSTRACT

Mud lobsters (*Thalassina*) are one of the most common macrofauna in mangrove ecosystems, especially in the Indo-Pacific region. The presence of this fauna is typically marked by mud mounds that are hardly overseen in its habitats, as a result of its bioturbation activities. This study, which focused on Bukit Batu coastal area in Riau Province, aimed to identify the occurring species in the area, describe the distribution and abundance patterns along the sea-inland gradient, and identify critical factors affecting the patterns. Observations were carried out in the focal area from September to November 2013 along four 1100 m-long transects, on each of which 10 quadratic plots of 10 m x 10 m were established in 100-m interval. The observed parameters were the characteristics of vegetation cover, soil BD, groundwater level, groundwater salinity and pH, beside number of “active” mounds. At least two species of mud lobsters were countered, *T. anomala* and *T. spinosa*. Mud lobster mounds were totally absent at a distance of 0 and 100 m from lowest-tide line, while most abundant at a distance of 200 m, with 9.4 mounds/m². The abundance decreased sharply following the increasing distance toward inland, which was down to 0.09 mounds/m² at 1100 m. Mounds were more evenly distributed toward the sea, while increasingly random as their density decreased. Groundwater salinity was the most critical affecting mound distribution and abundance.

Keywords: Mangrove ecosystem, mound, mud lobster, sea-inland gradient

ABSTRAK

Rama-rama (*Thalassina*) adalah salah satu makrofauna khas di ekosistem mangrove, khususnya di wilayah Indo-Pasifik. Kehadiran fauna ini biasanya ditandai dengan keberadaan busut lumpur, sebagai hasil dari bioturbasi yang dilakukannya. Penelitian

yang difokuskan pada wilayah pesisir Bukit Batu di Provinsi Riau ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies yang ada di daerah tersebut, menggambarkan distribusi dan pola kelimpahan di sepanjang gradien dari laut ke daratan dan mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi pola tersebut. Sampling dilakukan dari bulan September hingga November 2013 pada empat transek sepanjang 1100 m pada masing-masing 10 plot kuadrat dengan ukuran 10 m x 10 m dan interval 100 m. Parameter yang diamati adalah karakteristik tutupan vegetasi, BD tanah, kedalaman muka air, salinitas dan pH air tanah serta jumlah busut yang “aktif”. Setidaknya ditemukan dua spesies rama-rama yaitu *T. anomala* dan *T. spinosa*. Busut rama-rama tidak ditemukan pada jarak 0-100 m dari garis pasang terendah, sementara yang paling melimpah terdapat pada jarak 200 m, dengan 9,4 busut/m². Kelimpahan menurun drastis ketika jarak semakin ke daratan, dengan 0,09 busut/m². Busut-busut memiliki sebaran cukup merata kearah laut, sementara semakin kearah daratan sebarannya semakin acak dengan kelimpahan yang juga menurun. Salinitas air tanah merupakan faktor yang paling mempengaruhi sebaran dan kelimpahan busut sarang hewan ini.

Kata kunci: Busut, ekosistem mangrove, gradien laut-darat, rama-rama

PENDAHULUAN

Pesisir merupakan daratan yang berbatasan langsung dengan laut yang selalu dipengaruhi oleh pasang-surutnya laut (Nontji, 1987). Di sebagian kawasan tropis dan subtropis, khususnya pada pesisir-pesisir yang memiliki substrat lumpur, dapat dijumpai ekosistem mangrove yang secara floristik tidak begitu kaya karena biasanya hanya tersusun oleh sekitar 20 - 40 spesies pohon (Tomlinson, 1986), tetapi secara faunistik sangat kaya (MacKinnon *et al.*, 1996; Whitten *et al.*, 1997; Saenger, 2002). Salah satu jenis hewan yang hidup di kawasan mangrove adalah “mud lobster” (*Thalassina* spp.), yang dalam bahasa Melayu disebut rama-rama. Keberadaan rama-rama dalam ekosistem mangrove dapat dengan mudah diketahui dengan melihat gundukan (“mounds”) lumpur atau “busut” yang ada di atas

permukaan tanah. Busut ini terbentuk sebagai akibat berlangsungnya aktifitas pengangkutan lumpur ke permukaan tanah oleh hewan ini ketika menggali rongga-rongga sarangnya (“burrows”). Tinggi busut yang terbentuk dapat mencapai 1-2 m di atas permukaan tanah (Ashton *et al.*, 2002). Aktifitas semacam ini sering menimbulkan dampak penting terhadap struktur fisik suatu ekosistem dan oleh karenanya hewan-hewan yang memiliki kemampuan melakukannya disebut “ecosystem engineer” (Butler *et al.*, 2009). Perilaku yang menimbulkan “gangguan” terhadap tanah ini lazim disebut bioturbasi, yang dapat merubah karakteristik fisik tanah, baik konsistensi, tekstur, porositas dan erodibilitasnya (Lavelle & Spain, 2005). Hal ini juga dapat berpengaruh terhadap organisme lain baik yang berupa hewan maupun tumbuhan (Otani *et al.*, 2010).

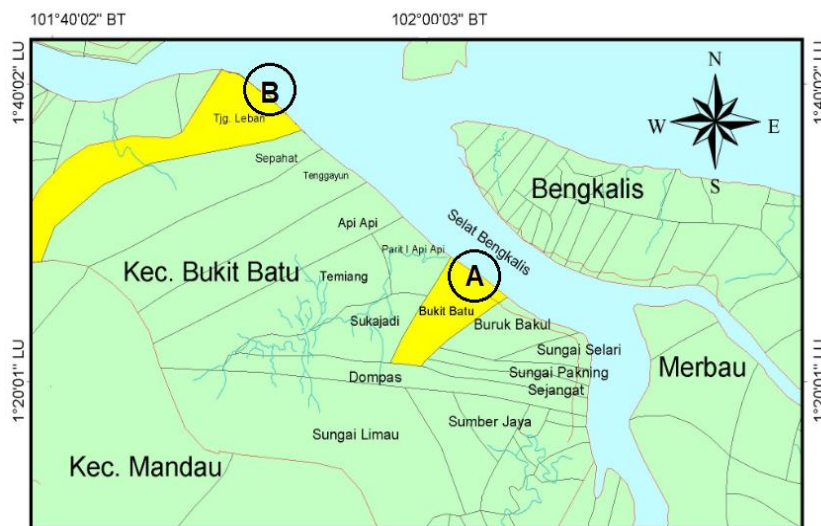
Meskipun di lingkungan pesisir-pesisir yang berlumpur rama-rama biasanya cukup melimpah dan tanda-tanda kehadirannya sangat menyolok, ternyata hingga saat ini masih sangat sedikit penelitian yang mengungkapkan tentang hewan ini. Sebagai contoh, spesies *Thalassina* yang manakah yang terdapat pada suatu lingkungan pesisir, bagaimana pola sebaran dan kelimpahannya serta apakah faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran maupun kelimpahannya. Meskipun lebih sering dikemukakan bahwa *Thalassina anomala* adalah spesies rama-rama yang ditemukan di Sumatera misalnya (lihat Whitten *et al.* 1997; Kartika, 2012), tidak tertutup kemungkinan terdapat spesies *Thalassina* lain dalam kawasan yang sama. Seperti yang telah banyak diketahui, kondisi lingkungan di kawasan pesisir biasanya berubah menurut pertambahan jarak (gradien) dari arah laut menuju daratan (MacKinnon *et al.*, 1996; Whitten *et al.*, 1997). Kondisi lingkungan yang berubah antara lain adalah karakteristik substrat, jenis vegetasi penutup, kedalaman muka air tanah serta salinitas dan pH air tanah. Perubahan kondisi lingkungan ini kemungkinan mempengaruhi sebaran dan kelimpahan

rama-rama di sepanjang gradien dari arah laut ke daratan.

Penelitian ini berkenaan dengan rama-rama yang terdapat di pesisir timur Pulau Sumatera, khususnya di kawasan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) mengetahui spesies rama-rama (*Thalassina* spp.) yang terdapat di lingkungan pesisir Bukit Batu; (2) mengetahui pola sebaran rama-rama di sepanjang gradien lingkungan dari arah laut ke daratan; (3) mengetahui karakteristik habitat dan mengidentifikasi faktor-faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap sebaran dan kelimpahan rama-rama di sepanjang gradien tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan pesisir yang berada di Desa Bukit Batu dan Desa Tanjung Leban, yaitu pada bulan September-November 2013. Sampling dilakukan dengan menarik dua garis transek sepanjang 1100 m, dimulai dari arah garis surut terendah ke daratan, pada masing-masing desa.



Gambar 1. Lokasi-lokasi penelitian di Kecamatan Bukit Batu, yaitu di Desa Bukit Batu (A) dan Tanjung Leban (B)

Pengamatan dilakukan pada plot-plot bujur sangkar berukuran 10 m x 10 m yang berjarak 100 m satu sama lain di setiap transek. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah busut sarang rama-rama yang “aktif”, jumlah pohon, diameter pohon, tutupan vegetasi bawah (rumput, paku-pakuan atau semak), berat volume tanah (“bulk density”), kedalaman muka air (“water table/groundwater level”) serta salinitas dan pH air tanah.

Pengumpulan spesimen dilakukan dengan peracunan 200 sarang “aktif” menggunakan insektisida (“decis”) dengan dosis 0,1% yang dilarutkan dalam air dan volume larutan “decis” yang dituangkan ke dalam masing-masing sarang berkisar 100-200 ml/sarang. Spesimen yang diperoleh diawetkan dalam alkohol 96% dan dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya dilakukan identifikasi menggunakan acuan utama kunci identifikasi dari Ngoc-Ho & de Saint

Laurent (2009) dan Moh & Chong (2009) dan pengukuran morfometri dilakukan terhadap masing-masing 30 spesimen dari dua spesies yang ditemukan.

Sebaran mikro rama-rama dalam setiap plot pengamatan dianalisis dengan bantuan lima sub-plot berukuran 2 m x 2 m. Jumlah busut sarang “aktif” yang ada pada setiap sub-plot dihitung dan dicatat. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung Indeks Dispersi Morisita (I_p) dari setiap plot pengamatan (Krebs, 2009). Analisis data secara deskriptif dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel, sedangkan Minitab 17 digunakan untuk melakukan Analisis Komponen Utama (“Principle Component Analysis”).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Spesies Rama-Rama

Rama-rama (*Thalassina*) merupakan salah satu genus fauna yang

khas dalam ekosistem mangrove, yang dihimpun dalam famili Thalassinidae, ordo Decapoda, kelas Crustacea. Sejauh ini telah dikenal tujuh spesies *Thalassina* yang ada di seluruh dunia (Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009). Semua spesies ini dapat ditemukan di Indo-Pasifik (Dworschak, 2000; Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009), sementara di Sumatra sendiri setidaknya terdapat dua spesies, yaitu *T. anomala* dan *T. spinosa* (Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009).

Hasil identifikasi terhadap 177 spesimen yang mengacu kunci

determinasi Ngoc-Ho & de Saint Laurent (2009) mengungkapkan bahwa 106 spesimen diantaranya adalah *T. anomala*, 34 spesimen lain adalah *T. spinosa* (Gambar 2) sedangkan sisanya (37 spesimen) belum diketahui secara pasti. Dipilih secara acak 30 diantaranya yang mewakili masing-masing spesies untuk pemeriksaan morfometri. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa spesimen *T. anomala* secara umum sedikit lebih besar dibanding spesimen *T. spinosa*. Adapun karakteristik morfometris kedua spesies ini dapat dilihat dalam Tabel 1.



Gambar 2. Perbandingan morfologi *T. anomala* (A) dan *T. spinosa* (B): Tanda panah menunjukkan tanda perbedaan yang paling mudah dilihat yaitu bentuk *abdominal somite* dan *abdominal sternite* masing-masing spesies

Tabel 1. Perbandingan morfometri *T. anomala* dan *T. spinosa*

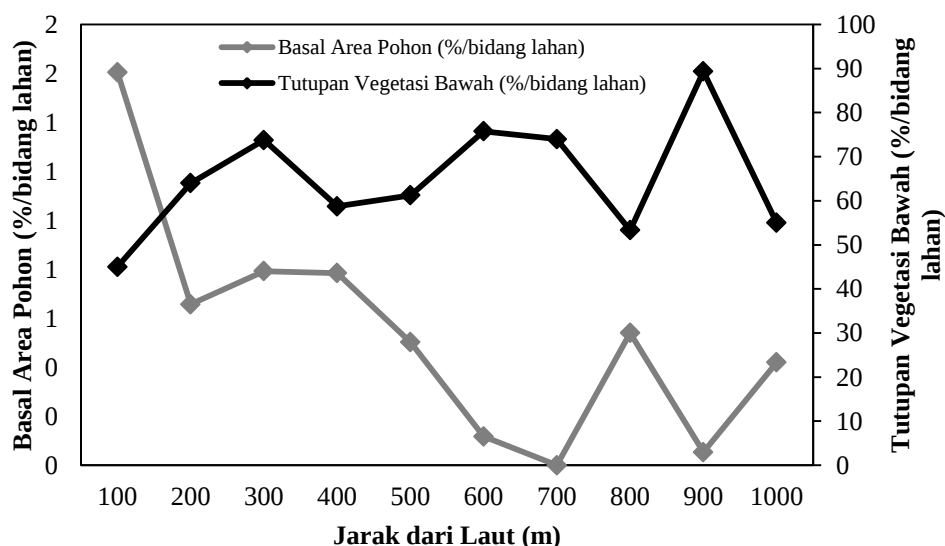
Parameter (mm)	<i>T. anomala</i> (n=30)	<i>T. spinosa</i> (n=30)
Panjang Tubuh Total	210,2 ± 21,8	186 ± 22
Panjang Kepala-Dada	64,5 ± 8,5	57 ± 6
Panjang Perut	132,6 ± 27,5	123 ± 12
Rasio Panjang Kepala-Dada & Panjang Tubuh Total	0,31 ± 0,02	0,31 ± 0,03
Rasio Panjang Kepala-Dada & Panjang Perut	0,36 ± 0,89	0,47 ± 0,05
Rasio Panjang Perut & Panjang Tubuh Total	0,63 ± 0,11	0,66 ± 0,04

Penemuan kedua spesies tersebut di lokasi penelitian telah diduga sebelumnya. Hal ini menurut sejumlah sumber (Karasawa & Nishikawa, 1991; Batang & Hiroshi, 1999; Dworschak, 2000; Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009) keduanya merupakan spesies yang paling sering dijumpai di bagian barat kawasan Indo-Pasifik. Meskipun demikian, sangat disesalkan dalam

penelitian ini masih dijumpai kesulitan untuk membedakan sarang rama-rama menurut spesies yang ada.

b. Karakteristik Lingkungan Kondisi

Karakteristik vegetasi penutup tanah diketahui memiliki pengaruh yang signifikan terhadap makrofauna



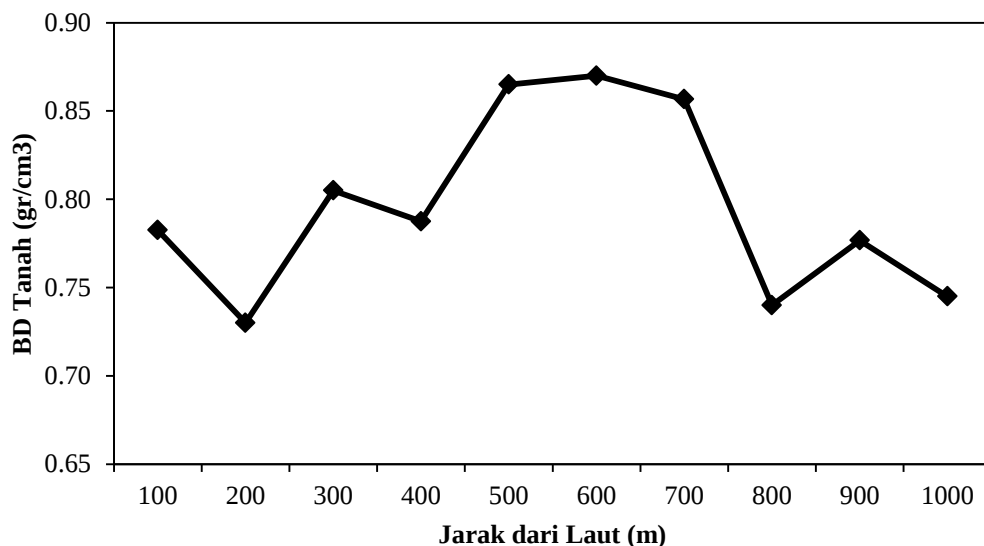
Gambar 3. Basal area pohon dan tutupan vegetasi jarak dari laut ke daratan

tanah baik yang hidup di atas maupun di bawah permukaan tanah (lihat Baoming *et al.*, 2014). Pengaruh ini antara lain berkaitan dengan penaungan, produksi serasah dan sistem perakaran.

Karakteristik keberadaan pohon pada suatu lahan dapat dilihat antara lain dari “basal area” (BA). Tingkat penaungan oleh pohon cenderung berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan vegetasi bawah yang berupa semak dan rumput (lihat Duke, 2001). Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa peningkatan BA cenderung diikuti oleh penurunan tutupan vegetasi bawah (Gambar 3). Hal ini mudah dipahami karena umumnya vegetasi bawah lebih menyukai tempat yang terbuka dibanding yang ternaungi (Rochana, 2001). Hasil pemeriksaan kondisi tutupan tanah di sepanjang transek-transek menunjukkan bahwa BA pohon memiliki keterkaitan dengan

gradient dari arah laut ke daratan (Gambar 3). Hal ini dapat dilihat dari cenderung menurunnya nilai BA mengikuti garis gradien, terutama sekali sampai jarak 700 m dari laut. Selain itu di lapangan juga diperoleh kesan bahwa komposisi spesies pohon berubah menurut gradien ini.

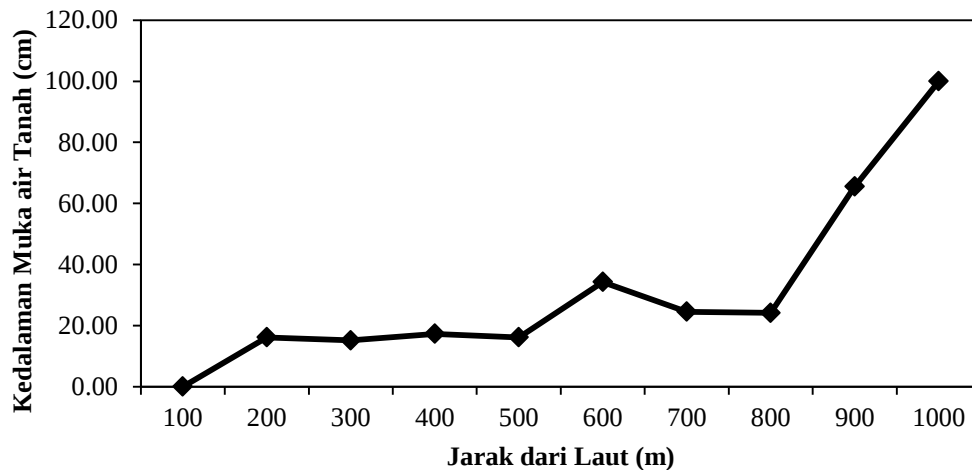
Hal ini kemungkinan berkaitan dengan zonasi vegetasi mangrove, dimana pohon-pohon seperti *Avicennia* dan *Sonneratia* lazimnya berada di depan pohon-pohon lain seperti *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Xylocarpus*. Sementara lebih dalam ke daratan dapat ditemukan spesies-spesies pohon lain yang tidak menjadi bagian vegetasi mangrove, termasuk yang ditanam oleh manusia seperti kelapa dan kelapa sawit. Kedalaman muka air merupakan sebuah parameter penting yang menunjukkan kondisi genangan air dalam liang rama-rama. Karena rama-rama adalah hewan



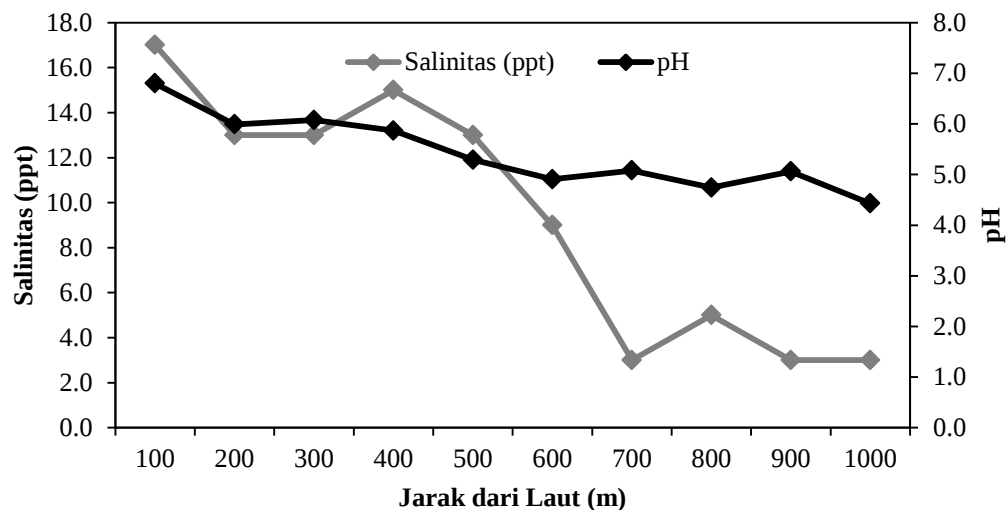
Gambar 4. Variasi BD tanah di sepanjang gradien jarak dari laut ke daratan (n=4)

semi-akuatik yang bernafas dengan insang (Drowschak, 2000), kemungkinan kedalaman muka air akan mempengaruhi aktifitas vertikal dari

Pola tersebut diduga dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Menurut Nuttle & Portnoy (1992), pasang-surut air laut adalah salah satu faktor yang



Gambar 5. Kedalaman muka air tanah dari laut ke daratan



Gambar 6. Salinitas dan pH air jarak dari laut ke daratan

hewan ini. Kedalaman muka air yang ada cenderung meningkat dari arah laut ke darat, yaitu mulai dari 0 cm hingga > 100 cm (Gambar 5).

menentukan dinamika kedalaman muka air di kawasan pesisir. Selain itu, faktor-faktor lain seperti curah hujan (lihat Carretero & Kruse, 2012),

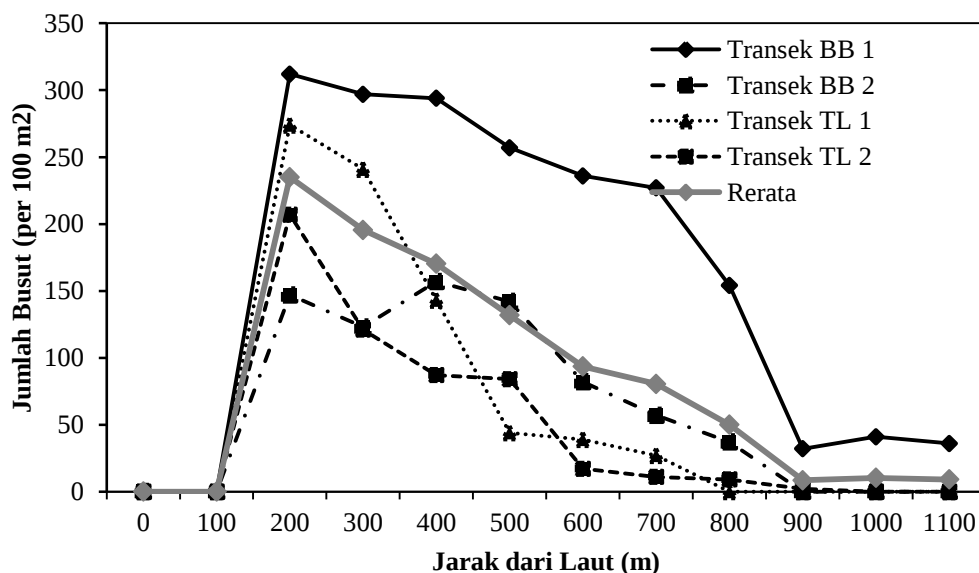
mikrotopografi lahan dan karakteristik sistem drainase yang ada (Kjerfve *et al.* 1999).

Rama-rama termasuk hewan yang hidupnya berasosiasi dengan kondisi payau (“brackish”) (Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009) yang biasanya memiliki salinitas berkisar 0,5-35 ppt (Lewis, 1980; Paital & Chainy, 2012). Oleh karenanya, salinitas air merupakan salah satu parameter penting yang perlu diketahui untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran hewan ini di lingkungan pesisir, khususnya di sepanjang gradien dari arah laut ke daratan.

Gambar 7 menunjukkan jumlah busut yang ditemukan dalam plot-plot yang berada di sepanjang garis transek dari 0 m (titik surut terendah) hingga

sejauh 1100 m ke arah darat. Sebagaimana dapat dilihat dalam gambar sarang rama-rama tidak dijumpai pada jarak 0 dan 100 m, sementara jarak terjauh dari laut dimana masih dapat dijumpai sarang rama-rama adalah 1100 m.

Meskipun demikian, di lapangan (khususnya di Desa Bukit Batu) sebenarnya juga dijumpai busut rama-rama pada jarak >1100 m (di luar jangkauan transek yang telah dibuat). Secara umum sarang rama-rama paling melimpah pada jarak 200 m, yaitu dengan densitas mencapai rata-rata 9,4 busut/m² dan kelimpahan ini menurun mengikuti bertambahnya jarak dari laut ke darat. Pada jarak 1100 m dari laut densitas hanya ditemukan rata-rata 0,09 busut/m².



Gambar 7. Pola kelimpahan busut sarang rama-rama di sepanjang garis gradien dari arah laut ke daratan

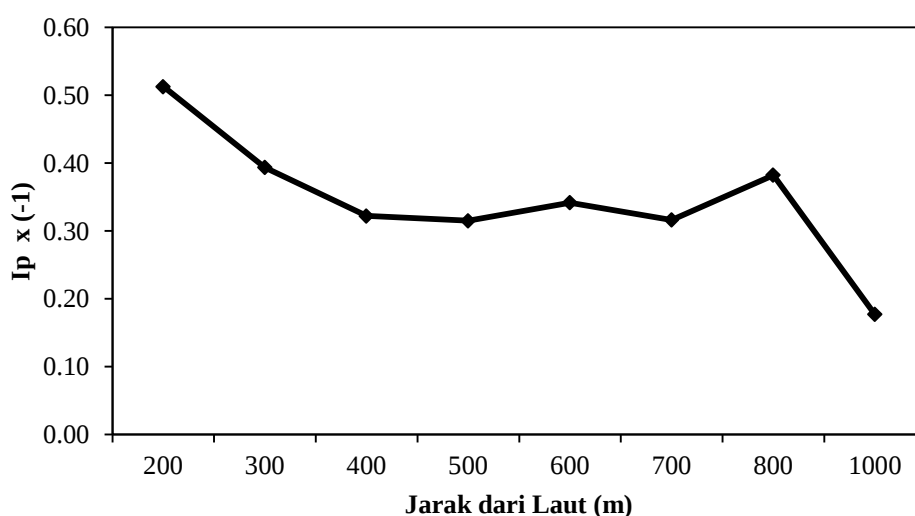
Pola tersebut sesuai dengan laporan Sasekumar (1974) tentang sebaran sarang *T. anomala* di pesisir Sarawak, Malaysia. Kelimpahan sarang rama-rama tertinggi di pesisir ini juga dijumpai pada jarak 100-200 m dari garis surut terendah laut, dimana terdapat lapisan lumpur dan vegetasi mangrove. Ashton & Macintosh (2002) menyebutkan bahwa kondisi di bawah vegetasi mangrove sangat sesuai bagi rama-rama karena hewan ini menyukai substrat lumpur dan lingkungan dengan serasah yang cukup berlimpah sebagai sumber makanann. Kondisi lingkungan pada jarak 200 m dari laut di keempat transek kurang lebih sama, yaitu memiliki substrat lumpur yang cukup tebal dan sisa vegetasi mangrove.

Sebaliknya kondisi lingkungan pada jarak 800 s/d 1100 m dari laut di Desa Bukit Batu sangat berbeda dari kondisi lingkungan yang ada di Desa Tanjung Leban pada jarak yang sama.

Tanah di Desa Bukit Batu pada jarak 800 s/d 1100 m masih merupakan tanah mineral yang cukup banyak mengandung lumpur. Sementara tanah di Desa Tanjung Leban pada jarak yang sama sudah merupakan tanah gambut yang tampaknya tidak disukai oleh rama-rama.

c. Sebaran Mikro

Sebaran mikro (“micro distribution”) dalam penelitian ini didefinisikan sebagai pola sebaran organisme dalam lingkup yang relatif kecil (Krebs, 2009), misalnya dalam plot bujur sangkar berukuran 100 m². Salah satu cara untuk mengetahui pola ini adalah dengan menghitung Indeks Dispersi Morisita atau *Ip* (Krebs, 2009). Gambar 8 menunjukkan perubahan *Ip* busut sarang rama-rama di sepanjang gradien dari arah laut ke darat. Nilai *Ip* di sepanjang gradien ini berkisar 0,00 hingga -0,513.



Gambar 8. Indeks Dispersi Morisita (*Ip*)* populasi rama-rama dalam setiap plot pengamatan di sepanjang gradien jarak dari laut ke daratan (*yang distandarkan)

Secara umum sebaran mikro busut sarang rama-rama berkisar antara “acak” hingga “cukup merata.” Dalam hal ini terdapat kecenderungan bahwa semakin menjauhi laut sebaran mikro busut sarang rama-rama semakin “acak,” sejalan dengan menurunnya densitasnya.

Sebaran busut sarang rama-rama yang lebih “merata” pada jarak 200 m dari laut (rerata nilai I_p -0,513) dapat mengindikasikan sebaran sumberdaya yang juga “merata” serta kemungkinan juga “berlimpah” sehingga memungkinkan hewan ini hidup dalam densitas yang tinggi.

Karakteristik sebaran organisme dipengaruhi oleh antara lain dua hal penting, yaitu sebaran sumberdaya yang dibutuhkan oleh organisme yang bersangkutan dan sifat interaksi antar individu dari organisme tersebut (dalam Krebs, 2009).

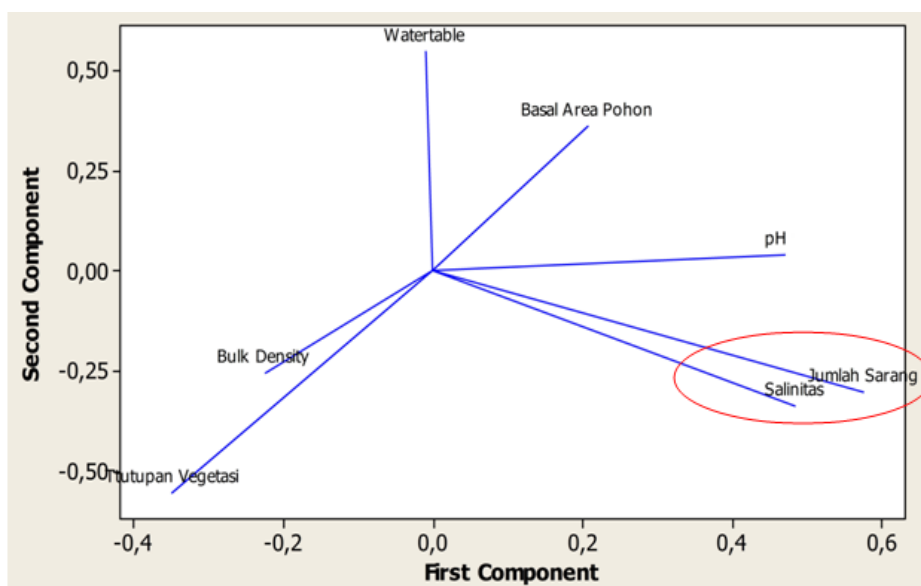
Adapun sumberdaya lingkungan yang diduga mempengaruhinya adalah keberadaan vegetasi mangrove yang menghasilkan serasah sebagai sumber makanan utama, substrat tanah berlumpur yang sesuai untuk pembuatan sarang, salinitas dan pH air yang sesuai sebagai syarat untuk medium hidupnya. Karakteristik sumberdaya yang ada pada jarak 200 m dari laut secara umum tampaknya “lebih optimal” bagi kehidupan rama-rama (lihat Dubey *et al.*, 2012 & Kartika, 2012) dibanding yang ada pada jarak 1100 m dari laut, dimana tidak lagi terdapat vegetasi mangrove, substrat tanah berlumpur, salinitas dan pH air yang sesuai

sebagaimana dipaparkan dalam sub-bab di bawah ini.

d. Pengaruh Kondisi Lingkungan secara Umum

Kelimpahan dan pola sebaran sarang rama-rama dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan baik di bawah maupun di atas permukaan tanah. Pada penelitian ini telah dilakukan analisis terhadap beberapa faktor yang kemungkinan berpengaruh, yaitu BA pohon dan tutupan vegetasi, BD tanah, kedalaman muka air tanah serta salinitas dan pH air tanah. Menggunakan Analisis Komponen Utama (Principle Component Analysis atau PCA) dapat diketahui dan diperbandingkan kekuatan pengaruh dari masing-masing faktor ini secara bersamaan (lihat Digby & Kempton, 1994).

Gambar 9 dapat dilihat bahwa jumlah sarang rama-rama memiliki asosiasi yang paling kuat dengan salinitas air. Hal ini berarti salinitas air merupakan faktor pembatas terpenting bagi sebaran maupun kelimpahan sarang rama-rama. Sebagai disebutkan dalam sejumlah rujukan (Sasekumar, 1974; Ngoc-Ho & de Saint Laurent, 2009; Moh & Chong, 2009; Dubey *et al.*, 2012), rama-rama pada dasarnya memang merupakan hewan semi-akuatik yang hidup di lingkungan berair payau.



Gambar 9. Hasil analisis komponen utama

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain adalah rama-rama yang dapat ditemukan di pesisir Bukit Batu terdiri dari dua spesies, yaitu *T. anomala* dan *T. spinosa*, faktor yang paling berpengaruh terhadap sebaran dan densitas rama-rama adalah salinitas air, rama-rama sama sekali tidak dijumpai pada jarak 0-100 m dari garis surut laut terendah, sedangkan kelimpahan busut rama-rama tertinggi terdapat pada jarak 200 m, yaitu mencapai 9,4 busut/m², sedangkan pada jarak 1100 m hanya 0,09 busut/m² dan sarang rama-rama yang berada pada jarak 200 m dari garis surut laut terendah memiliki sebaran yang “cukup merata” ($I_p = -0,513$) dan cenderung menjadi semakin “acak” (I_p mendekati 0) ketika jarak dari laut bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, E.C., D.J Macintosh & S. Havanon .2002. Mangrove Rehabilitation and Intertidal Biodiversity: A Study In The Ranong Mangrove Ecosystem Thailand. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 55: 331-345
- Ashton, E. C. & D. J. Macintosh. 2002. Preliminary assessment of the plant diversity and community ecology of Sematan, Sarawak, Malaysia. *Forest Ecology and Management* 166: 111-129
- Baoming, G. E. *et al.* 2014. Effect of Land Cover on Biodiversity and Composition of a Soil Macrofauna Community in a Reclaimed Coastal Area at Yancheng, China. *Turkish Journal of Zoology* 38: 229-233
- Batang, Z. B. & Hiroshi S. 1999. Gill-Cleaning Mechanisms of The Mud Lobster *Thalassina anomala* (Decapoda: Thalassinidea: Thalassinidae). *Journal of Crustacean Biology* 19(4): 671-683
- Butler, S. N, Manieka, R & Fional, L. B. 2009. Population Biology of the Ghost Shrimps. *Trypaea*

- australiensis* and *Biffarius arenosus* (Decapoda: Thalassinidea) in Western Port, Victoria. *Memoirs of Museum Victori* 66: 43-59
- Carretero S. V & E. E. Kruse. 2012. Relationship between Precipitation and Water-Table Fluctuation in a Coastal Dune Aquifer: Northeastern Coast of The Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrogeology Journal* 20: 1613-1621
- Digby, P.G.N. & R.A. Kempton. 1994. Multivariate Analysis of Ecological Communities. Chapman & Hall. New York
- Dubey, S.K, Choudhury A, Chand, B & Trivedi, R.K. 2012. Ecobiological Study on Burrowing of Mud Lobster *Thalassina anomala* (Herbst, 1804) (Decapoda: Thalassinidea) in the Intertidal Mangrove mudflat of deltaic sundarbans. *Exploratory Animal and Medical Research* 2012 2:70-75
- Duke, N. C. 2001. Gap Creation and Regenerative Process Driving Diversity and Structure of Mangrove Ecosystems. *Wetlands Ecology and Management* 9: 257-269
- Dworschak, P. C. 2000. Global Diversity In The Thalassinidea (Decapoda). *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 238-245
- Grant, J. & Daborn. 1994. The effect of Bioturbation on Sediment Transport on an Intertidal Mudflat. *Netherlands Journal of Sea Research* 32(1): 63-72
- Furukawa, H. 1994. Coastal Wetlands of Indonesia: Environment, Subsistence and Exploitation. Kyoto University Press. Kyoto
- Karasawa, H & I. Nishikawa. 1991. *Thalassina anomala* (Herbst, 1804) (Thalassinidea) From The Miocene Bihoku Group, Southwest Japan. *The Palaeontological Society of Japan* 163: 852-860
- Kartika, W. D. 2012. Variasi Morfometri dan Karakteristik Sarang Udang Ketak Darat *Thalassina anomala* (Herbst 1804) di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi [Tesis]. Depok. Program Pascasarjana: Universitas Indonesia
- Kinoshita, K. 2002. Burrow Structure of the Mud Shrimp Upogebia Major (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae). *Journal of Crustacean Biology* 22(2): 474-480
- Kjerfve, B., L. Drude de Lacerda, C. E. Rezende & A. R. Ovalle. 1999. Hydrological and Hydrogeochemical Variations in Mangrove Ecosystem. *Ecosistemas de Manglar* 71-72
- Krebs, C. J. 2009. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance (6th Ed). Pearson Benjamin Cummings. Boston
- Lavelle, P. & A. V. Spain. 2005. Soil Ecology. Springer. Netherlands

- Lewis, E. L. 1980. The Practical Salinity Scale 1978 and its Antecedents. *IEEE Journal Ocean Eng OE* 5(1): 3-8
- MacKinnon, K., G. Hatta, H. Halim & A. Mangalik. 1996. The Ecology of Kalimantan. Periplus Editions. Singapore
- Moh, H. H. & Chong, V. C. 2009. A New Species of *Thalassina* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidae) from Malaysia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 57(2): 465-473
- Mukai, H. & I. Koike. 1984. Behavior and Respiration of the Burrowing Shrimps *Upogebia* Major (de Haan) and *Callinassa japonica* (de Haan). *Journal of Crustacean Biology* 4(2): 191-200
- Ngoc-Ho, N. & M. de Saint Laurent. 2009. The Genus *Thalassina* Latreille, 1806 (Crustacea: Thalassinidea: Thalassinidae). *The Raffles Bulletin of Zoology* 20: 121-158
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta
- Nuttle W. K & J.W. Portnoy. 1992. Effect of Rising Sea Level on Runoff and Groundwater Discharge to Coastal Ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 34: 203-212
- Otani, S. *et al.* 2010. The Role of Crabs (*Macrophthalmus japonicus*) Burrows On Organic Carbon Cycle in Estuarine Tidal Flat, Japan. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 86: 434-440
- Paital, B. & G. B. N. Chainy. 2012. Biology and Conservation of the Genus *Scylla* in India Subcontinent. *Journal of Environmental Biology* 33: 871-879
- Prikner, P., F. Lachnit & F. Dvorak. 2004. A New Soil Core sampler for Determination Bulk density in soil Profile. *Plant, soil & Environ* 50(6): 250-256
- Rochana, E. 2001. Ekosistem Mangrove dan Pengelolaannya di Indonesia. P. 31600021/SPL
- Saenger, P. 2002. Mangrove Ecology Silviculture and Conservation. Kluwer Academic Publisher. London
- Sasekumar, A. 1974. Distribution of Macrofauna on Malayan Mangrove Shore. *Journal of Animal Ecology* 42(1): 51-69
- Tomlinson, P. B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press. USA
- Whitten, T. *et al.* 1997. The Ecology of Sumatera. Periplus. Jakarta