

Pemetaan Sebaran Tutupan Makroalga Kaitannya dengan Kualitas Lingkungan Di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan

Ahmad Faizal ^{1,2)}, Jamaluddin Jompa ¹⁾, Natsir Nessa ¹⁾ dan Chair Rani ¹⁾
¹⁾ Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP UNHAS
²⁾ Mahasiswa Program S3 Pascasarjana Universitas Hasanuddin
Email : akh_faizal@yahoo.co.id

Abstrak

Pertumbuhan alga ataupun makroalga di perairan sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan perairan khususnya tingkat kesuburan perairan. Pada perairan yang subur selalu diikuti oleh pertumbuhan alga. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati sebaran tutupan alga dan hubungannya dengan kualitas lingkungan di Kepulauan Spermonde. Metode yang digunakan adalah penilaian tutupan alga dengan menggunakan transek kuadran dan pengambilan sampel kualitas air (nitrat, fosfat, klorofil-a dan sedimen tersuspensi). Data sebaran diplot dengan teknik pemetaan sedangkan keterkaitan antara tutupan alga dengan kualitas perairan dianalisis dengan teknik *Principle Component Analysis* (PCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran tutupan alga bervariasi berdasarkan pulau dengan kisaran rata-rata 20,75 – 68,75 %. Tutupan yang tinggi ditemukan Pulau Lae-lae (68,75 %), Tambakulu (53,21 %) dan Barranglompo (51,7 %) sedangkan terendah ditemukan di Pulau Samatellu Lompo (20,75 %), Reang-reang (29,17 %) dan Pulau Saranti (30,90 %). Tingginya tutupan alga di Pulau Barranglompo terkait dengan konsentrasinya nitrat yang tinggi, sedangkan di Pulau Lae-lae dan Tambakulu terkait dengan konsentrasinya fosfat yang tinggi. Adapun rendahnya tutupan alga di Saranti, Reang-reang dan Samatellulompo terkait dengan rendahnya nitrat dan fosfat serta tingginya kecepatan arus dan konsentrasinya klorofil-a.

Kata kunci : Pemetaan Sebaran, Tutupan Makroalga dan Kualitas Perairan

Pengantar

Kualitas lingkungan perairan sangat menentukan keberlangsungan kehidupan pada setiap ekosistem. Pada perairan yang subur akan diikuti oleh tingginya biodiversitas, misalnya pertumbuhan fitoplankton dan alga. Beberapa fenomena tersebut memperlihatkan bahwa ada keterkaitan yang sangat jelas antara peningkatan jumlah nutrisi yang masuk ke dalam perairan terhadap peningkatan produktivitas primer yang memicu pertumbuhan makroalga yang pada akhirnya berpengaruh secara tidak langsung dengan terumbu karang. (Mc Cook, 2001).

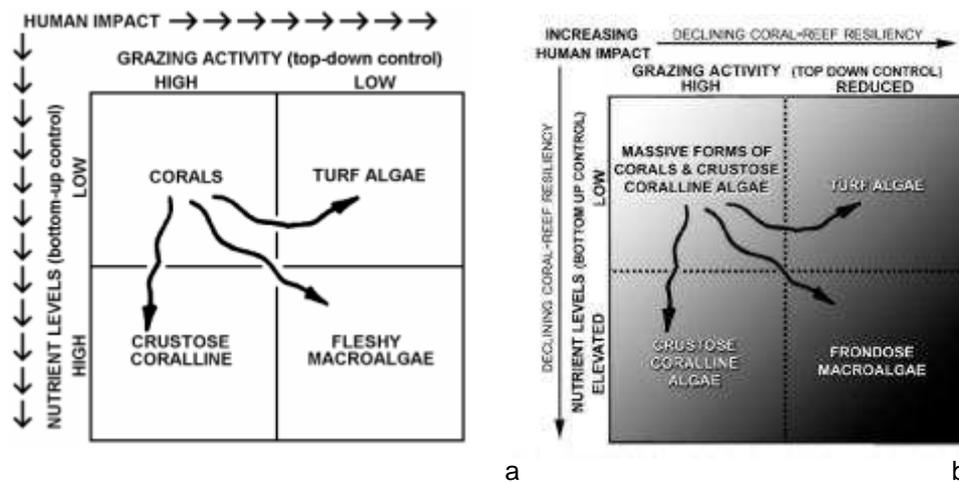
Komunitas makroalga sebagai salah satu komponen penting dari ekosistem terumbu karang, berpotensi menjadi pesaing utama dengan karang. Alga dan Makroalga jarang dan baru mulai dikaji dalam ekologi terumbu karang pada beberapa tahun terakhir (Hay, 1997; Endiger et al; 1998, Costa Jr. et al 2008), meskipun peran alga sangat baik dalam membangun terumbu dan kehancuran terumbu (Hughes, 1994). Bahkan sering alga disebut sebagai “ *biotic reefs*”.

Pertumbuhan ganggang atau alga sangat cepat, sehingga dapat digunakan sebagai indikator dalam studi awal untuk mengetahui proses yang mempengaruhi populasi dan komunitas terumbu karang (Hay, 1997). Selama tiga dekade terakhir telah terjadi beberapa pergeseran komunitas dari karang menjadi karang yang didominasi oleh alga yang disebut dengan *phase shift* (Smith et al, 1981;. Hughes et al, 1987;. Lapointe, 1997; Mc Cook 2001). Peningkatan makroalga di terumbu karang yang bertepatan dengan dengan meningkatnya keprihatinan ilmuwan dan pemerintah tentang degradasi terumbu karang, disebabkan oleh peningkatan unsur hara dari aktivitas antropogenik dan penangkapan ikan yang berlebihan (Costa, Jr. et al 2008).

Ketersediaan unsur hara dan keberadaan herbivora (pemakan alga) menjadi faktor utama yang berpengaruh terhadap perubahan komunitas di terumbu karang. Namun, peran eutrofikasi dan hewan herbivora dalam pergeseran fase karang-alga masih belum jelas dan kemungkinan besar merupakan hasil dari interaksi yang lebih kompleks. Salah satu penelitian yang bisa dijadikan acuan adalah Litler & Litler (1984) yang disebut *Relative Dominance Model* bahwa dominansi bentuk autotrof di terumbu karang dapat diprediksi dari jumlah nutrisi dan hewan herbivora (**Gambar 1**)

Tekanan herbivora dan eutrofikasi, gangguan biologis dan gangguan fisik lainnya dapat mempengaruhi distribusi alga. (Mc Cook, et al 1997; Mc Cook, 1999; 2001), selanjutnya dikatakan

bahwa kompetisi inter dan intraspesifik antara karang, alga dan herbivora menjadi faktor penentu perubahan komunitas di terumbu karang.



Gambar 1. Diagram referentasi dari a) *Relative Dominance Model* untuk kondisi alam (Littler & Littler, 1984).; b) *Relative Dominance Model* untuk eksperimen (Littler & Littler, 2006)

Model Relatif Dominasi pada (**Gambar 1b**) digambarkan dalam empat kelompok fungsional sesil pada setiap kompartemen. Model ini memprediksi kelompok sesil mana yang dominan dalam interaksinya dengan proses eutrofikasi dan penurunan komunitas herbivora. Ketika aktivitas herbivora tetap tinggi dan peningkatan jumlah nutrisi maka komunitas terumbu karang di ambil alih oleh *crustose coralline algae*. Jika kemudian pemangsaan herbivora juga menurun akibat penangkapan, maka fasenya menjadi *Frondose Makroalga* (blooming alga). Garis putus-putus pada gambar tersebut menggambarkan fungsi antara peningkatan nutrisi dan penurunan herbivora hingga mencapai level kritis yang mengurangi *resiliency ke phase shift*. Gelap terang dari gambar menunjukkan fungsi dan perspektif dalam manajemen menuju kondisi ekosistem yang stabil. Semakin terang maka ekosistem semakin stabil. Namun model ini belum menggambarkan gangguan yang berlangsung secara cepat seperti badai tropik, pemanasan global, penyakit, predator dan penangkapan yang merusak.

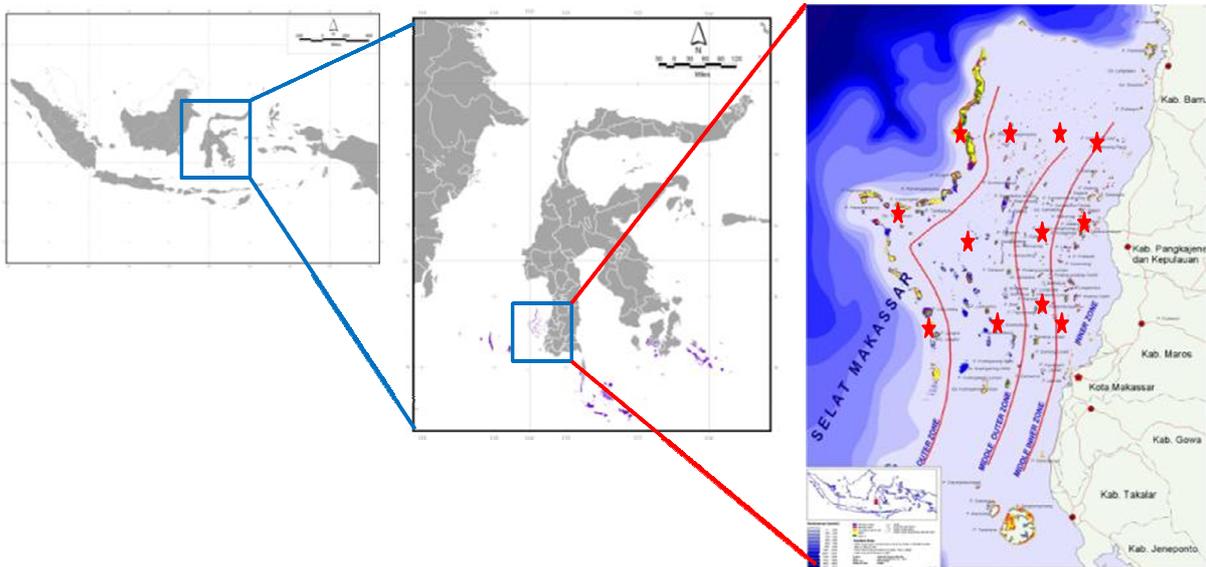
Demikian pula, sirkulasi air laut terbukti menjadi salah satu penentu utama pertumbuhan makroalga. Sirkulasi air ini mempengaruhi sejumlah faktor abiotik dan biotik yang mengendalikan struktur komunitas dan zonasi makroalga, termasuk densitas dan komposisi spektral, ketersediaan nutrisi, suhu dan tingkat pemangsaan herbivora (Costa Jr, et al 2008). Selanjutnya dikatakan bahwa gerakan air mempengaruhi struktur komunitas, misalnya gelombang dapat mematikan beberapa jenis makroalga dan herbivora. Penyebaran nutrisi, hasil pemupukan, limbah rumah tangga, dan industri juga sangat dipengaruhi oleh pergerakan air (Chazottes *et al.*, (2008)

Kepulauan Spermonde yang terletak di Selat Makassar tepatnya di sebelah barat Sulawesi Selatan yang meliputi Kota Makassar, Kabupaten Maros dan Kabupaten Pangkep. Spermonde terdiri dari 98 pulau dengan luas terumbu karang sekitar 60.000 ha (PPTK, 2002). Hasil monitoring terumbu karang di Kepulauan Spermonde ditemukan bahwa terumbu karang dengan kondisi sangat bagus hanya tersisa 2 %; kondisi bagus 19,24%; kondisi sedang 63,38% dan kondisi rusak 15,38 %. Dengan kondisi ini makroalga semakin banyak ditemukan diterumbu karang. Salah satu penyebabnya adalah peningkatan jumlah limbah domestik dan industri (Jompa, 1996; Edinger *et al.*, 2000) berupa bahan organik dan sedimentasi. Berdasarkan atas fenomena tersebut maka penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengamati sebaran tutupan alga dan hubungannya dengan kualitas lingkungan di Kepulauan Spermonde.

Bahan dan metode

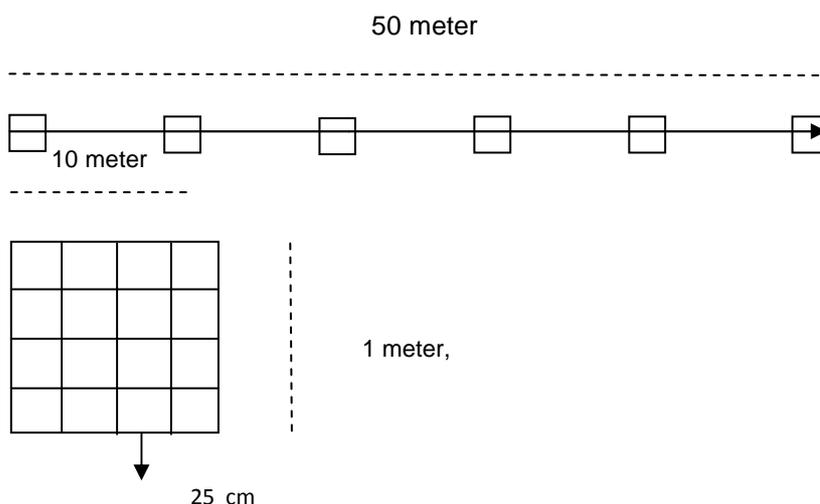
Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2011. Lokasi penelitian di Kepulauan Spermonde dengan jumlah stasiun 12 (dua belas) pulau yang mewakili 4 (empat) zona (Moll, H., 1983). Masing-masing zona 1. Pulau Lae-lae, Pulau Laiya, Pulau Salemo, zona 2 ; Pulau Bontosua, Pulau Samatellu Lompo, Pulau Barrang Lompo, zona 3 ; Pulau Reang-reang, Pulau Lumu-lumu,

Pulau Kodingareng dan zona 4; Pulau Saranti, Pulau Tambakulu, Pulau Lanjukang, dan Lokasi Stasiun ditampilkan seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi penelitian Kepulauan Spermonde (★ Staisun Penelitian)

Metode pengukuran penutupan makro alga dengan menggunakan transek kuadran ukuran 1 x 1 meter. Teknik sampling yang digunakan dengan mengikuti *transek line* sepanjang 50 meter. Pada setiap jarak 10 meter dilakukan pengukuran dengan menempatkan transek kuadran. (**Gambar 3**) Panjang transek yaitu 50 meter pada masing-masing titik pengamatan. Setiap stasiun di tempatkan pada *reef crest* pada kedalaman 3 – 7 meter (English, 1994)



Gambar 3. Teknik sampling dengan Metode Kuadran

Pengambilan sampel air meliputi Nitrat, Fosfat, Klorofil-a, Total Suspended Sedimen (TSS) untuk kualitas lingkungan dilakukan pada setiap stasiun yang selanjutnya akan dianalisis di

laboratorium dengan metode standart (Parson *et al.*, 1984). Salinitas dan kecepatan arus diukur secara *insitu*.

Estimasi persen tutupan makro alga di gunakan estimasi yang di kembangkan oleh Atobe (1970) dalam English (1994). Dengan plot 1 x 1 meter dan kisi sebesar 25 x 25 cm. Kategori untuk setiap kisi-kisi digunakan skala $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan 1 unit. Selanjutnya persen tutupan dihiitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = (\sum \text{unit tutupan setiap kisi-kisi } (\sum ci) / \text{total kisi-kisi (25 unit)}) \times 100$$

$$C = \frac{\sum(Ci)}{A} \times 100$$

Dimana C = Persentase tutupan

$\sum Ci$ = Jumlah unit tutupan setiap kisi-kisi untuk setiap jenia makro Alga

A = Jumlah total kisi-kisi yang di gunakan (25 unit)

Data sebaran tutupan makroalga diplot dengan teknik pemetaan sedangkan keterkaitan antara tutupan makroalga dengan kualitas perairan dianalisis dengan teknik *Principle Component Analysis* (PCA).

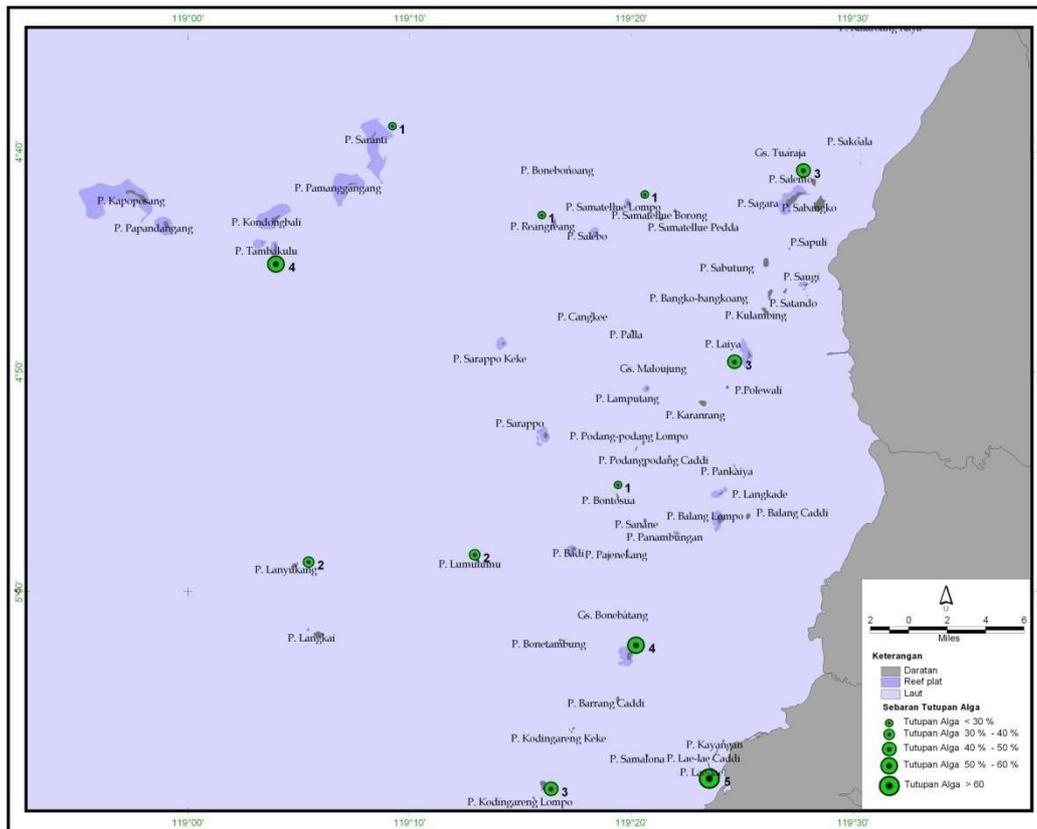
Hasil dan Pembahasan

Sebaran spasial tutupan makroalga

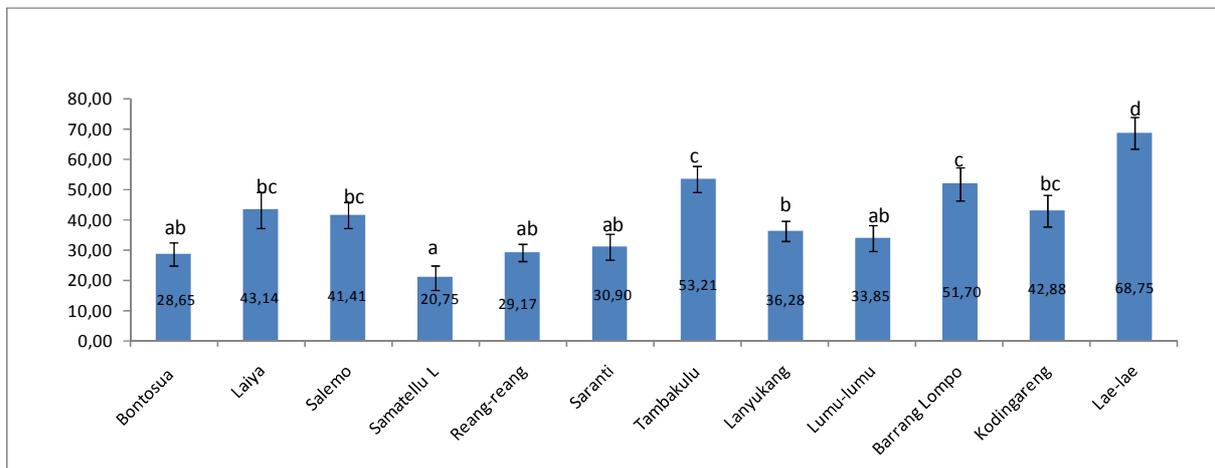
Secara spasial tutupan makroalga di Kepulauan Spermonde berdasarkan hasil survey lapangan, memiliki kecenderungan semakin dekat ke arah darat persen tutupan semakin besar (**Gambar 4**). Peta sebaran menunjukkan bahwa rata-rata tutupan makroalga terbesar berada pada pulau-pulau yang sangat dekat dengan daratan utama. Rata-rata tutupan pada Zona 1 adalah 51,1 %, Zona 2 adalah 35,18 %, Zona 3 adalah 33,7 % dan Zona 4 adalah 40,13 %. Tingginya tutupan makroalga pada zona 1 dimungkinkan oleh besarnya suplai nutrient, daratan sebagai penunjang bahan organik yang meningkatkan kesuburan perairan (McCook, 2001; Edinger, et al 1998). Tingginya rata-rata tutupan makroalga di zona 4 yang jauh dari daratan utama juga kemungkinan disebabkan oleh tingginya nutrient, yang sumber dari pengangkatan massa air (*upwelling*).

Variasi pertumbuhan makroalga di semua stasiun pengamatan memperlihatkan range yang sangat besar yaitu berkisar antara 20,75 % - 68,75 % (**Gambar 5**). Rata-rata tutupan makroalga yang paling rendah berada di Pulau Samatellu Lompo dan rata-rata tutupan makroalga terbesar berada di Pulau Lae-lae. Pada zona 1 mempunyai rata-rata tutupan makroalga yang sangat besar masing-masing Pulau Lae-lae 68,75 %, Pulau Laiya 43,14% dan Pulau Salemo 41,41 %. Pada zona 2 terjadi penurunan rata-rata tutupan makroalga masing-masing Pulau Barrang Lompo 51,70 %, Pulau Bontosua 28,65 % dan Samatellu Lompo 20,75 % . Rata-rata tutupan pada zona 3 untuk masing pulau adalah Pulau Kodingareng 42,88 %, Pulau Lumu-lumu 33,5 % dan Pulau Reang-reang sebesar 29,17 %. Pada zona 4 rata-rata tutupan makroalga setiap stasiun adalah Pulau Lanyukang 36,28 %, Pulau Tambakulu 53,21 % dan Pulau Saranti 30,90 %.

Data setiap trip memperlihatkan adanya peningkatan tutupan makroalga yang cukup signifikan dari daratan utama ke laut lepas, seperti pada jalur 1; Pulau Lae-lae, Barranglompo, Kodingareng dan Lanyukang.dan jalur ke 3; Pulau Salemo, Samatellu, Reang-Reang dan Pulau Saranti. Hal ini mengindikasikan bahwa pada jalur 1 pengaruh aktivitas daratan (Kota Makassar) sangat besar terhadap kondisi tutupan makroalga.



Gambar 4. Peta Sebaran Tutupan alga di Kepulauan Spermonde



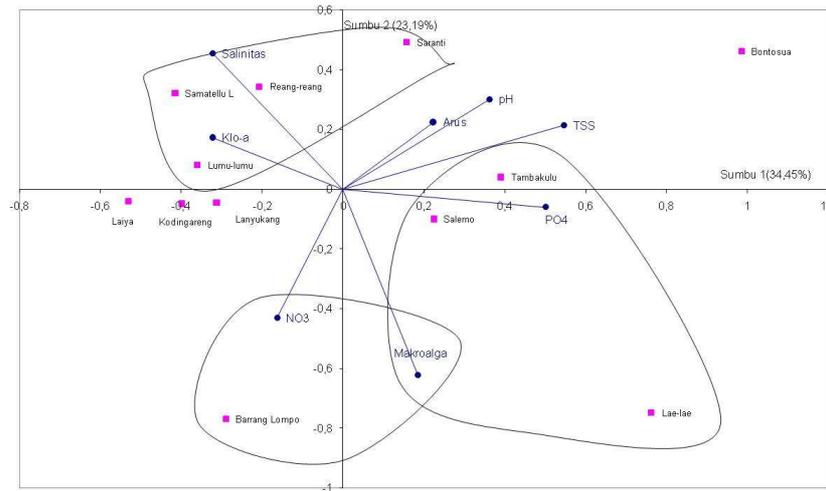
Gambar 5. Persentase tutupan makroalga untuk setiap pulau. Huruf yang berbeda di atas grafik menunjukkan perbedaan yang nyata pada α 5 % berdasarkan analisis ragam.

Distribusi tutupan makroalga cenderung seragam pada tiap zona. Hal itu dibuktikan dari hasil analisis ragam yang tidak berbeda nyata pada α 5%. Hasil uji memperlihatkan adanya empat kelompok karakteristik tutupan makro alga yang berbeda. Pulau Lae-lae memperlihatkan karakteristik yang khas. Hal ini disebabkan karena tingginya rata-rata tutupan makroalga, dan hal ini semakin menguatkan (Litler et al, 2006) bahwa semakin dekat daratan utama tutupan makroalga semakin besar.

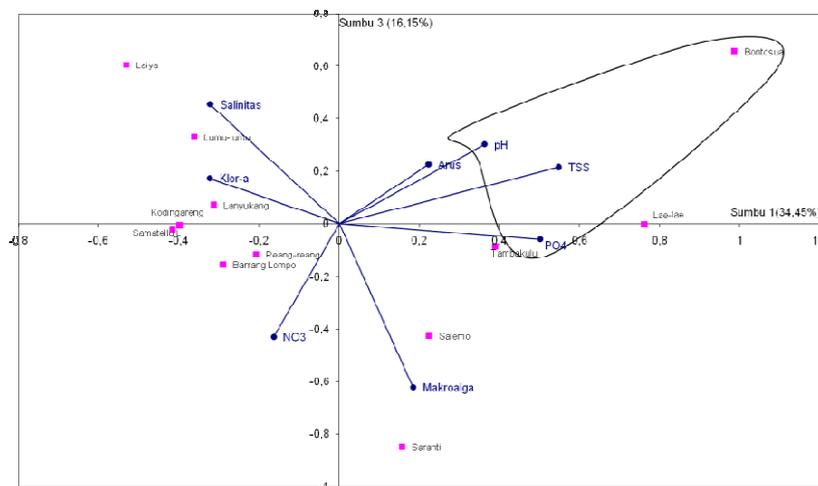
Keterkaitan tutupan makroalga dengan kualitas perairan

Karakter lingkungan sebagai penentu kualitas perairan terdiri dari beberapa parameter fisik dan kimia perairan. Beberapa parameter memperlihatkan variasi yang cukup besar dari setiap titik pengamatan seperti nitrat, fosfat, klorofil-a, TSS, salinitas dan kecepatan arus. Demikian juga terhadap tutupan makroalga pada setiap stasiun.

Hasil analisis komponen utama menunjukkan adanya informasi terkait dengan struktur spasial (titik pengamatan) yang terpusat pada tiga sumbu utama (sumbu 1, 2 dan 3). Kualitas informasi yang disajikan oleh ketiga sumbu ini ditentukan oleh besarnya akar penci, dimana masing-masing sumbu menjelaskan 34,45%, 23,19% dan 16,15% (**Gambar 6**)



(a)



(b)

Gambar 6. Grafik Analisis Komponen Utama karakteristik lingkungan serta persentasi tutupan alga di Kepulauan Spermonde (a). Sebaran titik-titik pengamatan pada sumbu 1 dan sumbu 2 (b). Sebaran 1 titik-titik pengamatan pada sumbu 1 dan sumbu 3

Variabel yang memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap pembentukan setiap sumbu adalah sebagai berikut : Sumbu 1 adalah pH, TSS, Arus dan Fosfat, Sumbu 2 adalah salinitas dan klorofil a, sedangkan Sumbu 3 adalah nitrat. Pengelompokan sumbu menunjukkan bahwa setiap

lokasi dan zona memiliki karakteristik tutupan makroalga yang berbeda akibat pengaruh dari kualitas lingkungan.

Berdasarkan Gambar 6. bahwa sebaran titik-titik pengamatan terdiri dari 4 kelompok besar yaitu kelompok 1. Terdiri dari Pulau Samatellu, Reang-reang, Lumu-lumu dan Saranti dengan penciri salinitas dan kandungan klorofil a, kelompok tersebut terkait dengan rata-rata tutupan makroalga yang rendah. Kelompok 2 terdiri dari Tambakulu, Salemo dan Lae-lae dengan penciri konsentrasi fosfat yang tinggi, kelompok tersebut terkait dengan tingginya kandungan fosfat dan tutupan makroalga yang tinggi. Kelompok 3 terdiri dari Pulau Barranglombo dengan penciri tingginya kandungan nitrat dengan tingginya rata-rata tutupan makroalga. Sedangkan kelompok 4 terdiri dari Pulau Tambaku dan Bontosua yang dicirikan dengan fosfat, TSS dan pH.

Hasil analisis komponen utama (PCA) terlihat bahwa parameter parameter yang memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap tingginya tutupan makroalga adalah Nitrat dan kemudian fosfat. Namun pada sumbu 3 memperlihatkan bahwa nitrat merupakan faktor utama penyebab tingginya tutupan makroalga di Kepulauan Spermonde. Clark (1996) dalam Costa Jr. et al (2008) menyatakan bahwa secara alamiah terumbu karang sebagai tempat menempelnya makroalga mempunyai strategi untuk hidup dimana organisme ini dapat hidup diperairan oligotrofik dengan nutrisi sedikit, bahkan akan terganggu ketika nutrisi mulai berlimpah. Dengan ciri-ciri sebagai berikut : alga benthik mulai tumbuh dimana –mana bahkan lebih cepat dari pertumbuhan terumbu karang, fitoplankton mulai berkembang pada air keruh dan mengurangi penetrasi cahaya ke terumbu karang, predator karang mulai berkembang dan meningkat

Lapointe et al. (1987) mengemukakan bahwa fosfor menjadi faktor pembatasan beberapa spesies alga thalussy lunak (*fleshy alga*), dan nitrogen menjadi faktor pembatas bagi alga koralin jenis *Halimeda opuntia*. Pengamatan juga dilakukan pada beberapa tempat seperti di Hawaii (Larned, 1998) dan Australia (Schaffelke & Klumpp, 1998) menyimpulkan bahwa ketersediaan nutrisi kemungkinan akan menjadi faktor pembatas diperairan laut yang akan memicu pertumbuhan makroalga.

Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rata-rata sebaran tutupan alga bervariasi berdasarkan pulau dengan kisaran rata-rata 20,75 – 68,75 %. Tutupan yang tinggi ditemukan pada zona 1 Kepulauan Spermonde seperti Pulau Lae-lae, Laiya dan Barranglombo sedangkan terendah ditemukan di Pulau Samatellu Lombo Reang-reang dan Pulau Saranti. Tingginya tutupan alga di Pulau Barranglombo terkait dengan konsentrasi nitrat yang tinggi, sedangkan di Pulau Lae-lae dan Tambakulu terkait dengan konsentrasi fosfat yang tinggi. Adapun rendahnya tutupan alga di Saranti, Reang-reang dan Samatellulombo terkait dengan rendahnya nitrat dan fosfat serta tingginya kecepatan arus dan konsentrasi klorofil-a.

Daftar Pustaka

- Chazottes, V., J. J. G. Reijmer, et al. (2008). "Sediment characteristics in reef areas influenced by eutrophication-related alterations of benthic communities and bioerosion processes." *Marine Geology* **250**(1-2): 114-127.
- Costa Jr, O. S., M. Nimmo, et al. (2008). "Coastal eutrophication in Brazil: A review of the role of nutrient excess on coral reef demise." *Journal of South American Earth Sciences* **25**(2): 257-270.
- Edinger, E. N., J. Jompa, et al (1998). "Reef degradation and coral biodiversity in Indonesia: Effects of land-based pollution, destructive fishing practices and changes over time." *Marine Pollution Bulletin* **36**(8): 617-630.
- Edinger, E. N., G. V. Limmon, et al. (2000). "Normal Coral Growth Rates on Dying Reefs: Are Coral Growth Rates Good Indicators of Reef Health?" *Marine Pollution Bulletin* **40**(5): 404-425.

- English, S.C., Wilkinson and Baker, V., 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Asean. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources.
- Hay M.E., 1997. The ecology and evolution of seaweed-herbivore interactions on coral reefs. *Coral Reefs*, 16(5): S67-S76.
- Hughes T.P., 1994. Catastrophes, phase-shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265: 1547-1551.
- Hughes T.P., Reed D.C. & Boyle M.J., 1987. Herbivory on coral reefs: community structure following mass mortalities of sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 113: 39-59.
- Jompa, J., 1996. Monitoring and Assessment of Coral Reefs in Spermonde Archipelago, South Sulawesi, Indonesia. *Thesis*. McMaster University. Canada.
- Lapointe B.E., 1987. Phosphorus- and nitrogen-limited photosynthesis and growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida Keys: an experimental field study. *Marine Biology*, 93: 561-568.
- Lapointe B.E., 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnology and Oceanography*, 42: 1119-1131.
- Larned S.T., 1998. Nitrogen- versus phosphorus-limited growth and sources of nutrients for coral reef macroalgae. *Marine Biology*, 132: 409-421. Nutrification and its effects on coral reefs from Southern Bahia, Brazil
- Littler M.M. & Littler D.S., 1984. Models of tropical reef biogenesis: the contribution of algae. *Progress Phycological Research*, 3: 323-364. Nutrification and its effects on coral reefs from Southern Bahia, Brazil
- Littler, M. M., D. S. Littler. (2006). "Harmful algae on tropical coral reefs: Bottom-up eutrophication and top-down herbivory." *Harmful Algae* 5(5): 565-585.
- McCook L.J., Price I.R. & Klumpp D.W., 1997. Macroalgae on the GBR: Causes or consequences, indicator or models of reef degradation? In: *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1996, Panama. 2: 1851-1856.
- McCook L.J., 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 18: 357-367.
- McCook L.J., 2001. Competition between corals and algal turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 19: 419-425.
- Moll, H., 1983. *Zonation and Diversity of Scleractinia on Reefs Off S.W. Sulawesi, Indonesia*. PhD Thesis, Leiden, Netherlands. 107p.
- Parsons T.R., Takahashi M. & Hargrave B., 1984. *Biological oceanographic processes*. 3rd ed, Pergamon Press, New York.
- PPTK., 2002. *Penilaian Ekosistem Kepulauan Spermonde, Kabupaten Pangkep, Propinsi Sulawesi Selatan*. Final Report. PSTK-COREMAP. Makassar
- Schaffelke, B. & Klumpp D.W., 1998. Short-term nutrient pulses enhance growth and photosynthesis of the coral reef macroalga *Sargassum baccularia*. *Marine Ecology Progress Series*, 170: 95-105.

Smith S.V., Kimmerer W.J., Laws E.A., Brock R.E. & Walsh T.E., 1981. Kaneohe bay sewage diversion experiment: perspectives on ecosystem responses to nutritional perturbation. *Pacific Science*, 35: 279-395.