

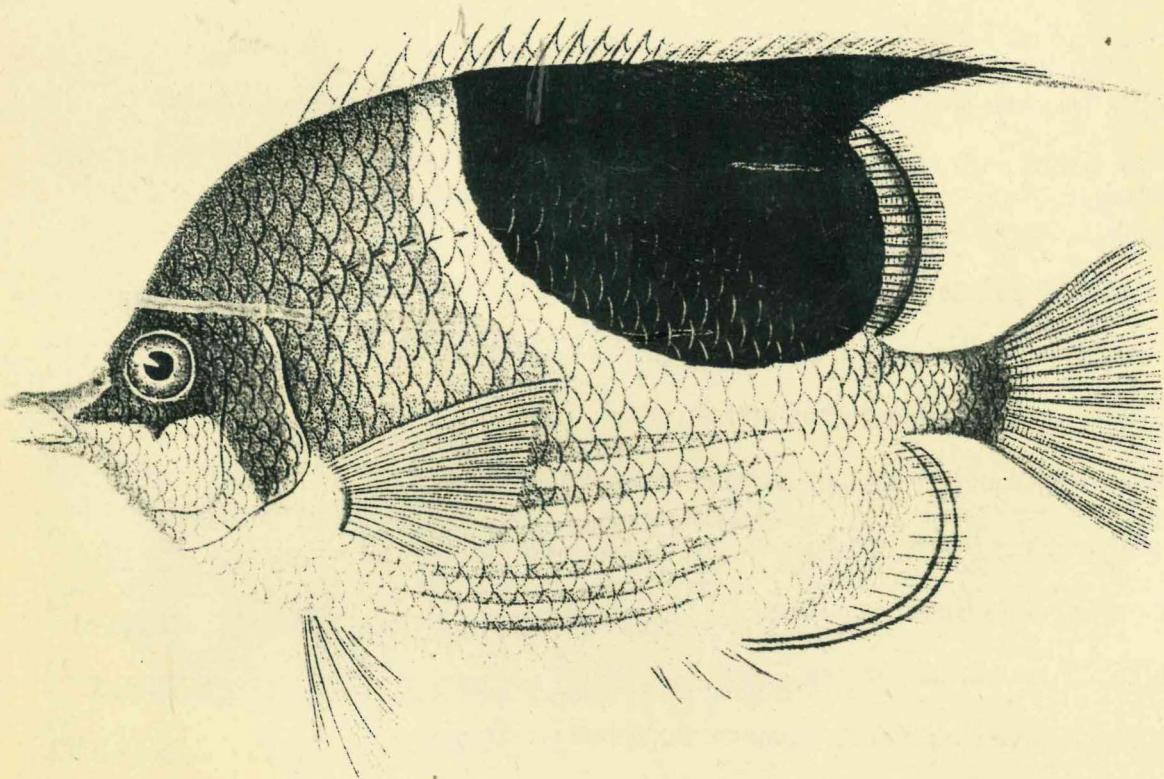
A.K.

Dr. A. Kruckmeier

Co-AK  
✓

Aus dem Institut für Polarökologie  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
und  
dem Zentrum für Marine Tropenökologie  
der Universität Bremen

**Untersuchung zur Anwendbarkeit der Indikator-Hypothese  
von Fischen der Familie Chaetodontidae  
an unterschiedlich stark gestörten Riffen  
vor der Küste Sumatras (Indonesien)**



Diplomarbeit  
vorgelegt von  
Markus Molis  
Kiel, Januar 1997

## Ringkasan

Karyatulis ini akan membantikan hypothesa, apakan perbedaan struktur fauna ikan kepe-kepe dapat digurakan sebagai bioindikator keberadaan terumbu karang untuk tijuan tersebut, penelitian telah dilakukan terhadap tiga kondisi kerusakan karang, yaitu: kerusakan alam, kerusakan sedimenrasa dan kerusakan karena bahan peledak, di Pantai Padang, Sumatera Barat. Penghitungan ikan kepe-kepe telah dilakukan dari April- Agustus 1996 sepanjang lima transek penye- laman dengan panjang setiap transek 50 m pada kedalaman air 5 m („terumbu atas“) dan 10 m („terumbu bawah). Sebagai tambahan, derajar penutupan dan 25 jenis substrat telah diaralisa. Pada setiap trasek telah dihitung struktur parameter jumlah dari fauna ikan, yah: kelimpahan, jumlah spesies, Index-Shannon dan „evenness“. Perbedaan dalam waktu dar ruang dari sturktur tersebut telah dianalisa dengan analisis varian (ANOVA). Non-parametric test (Kruskal-Wallis) telah digunakan untuk membandingkan kelimpupakan setiap spesies ikan kepe-kepe. Multivariate analisis (ANOSIM) telah digunakan untuk menentukan perbedaan komposisi dan interaksi antara fauna ikan dan substratnya antara berbagai jenis terumbu, Kemudian, korrelasiantara fauna ikan dan parameter substrat telah dianalisa dengan koe??? Spearman-Rank.

Dari 23 species ikan kepe-kepe yang ditemukan, sebagian besar terdiri dari spesies karang obligat (*Chaetodon triangulum*) dan spesies karang fakultatif (*C. trifascialis*, *Heniochus pleurotaenia*). Sebagian besar ikan kepe-kepe ditemukan pada terumbu atas dari karang yang rusak karena alam (max. 92 individu/1000m<sup>2</sup>, pada bulan mai), sedang pada terumbu yang rusak karena sedimentasi ditemukan hanya 28 individu/1000m<sup>2</sup>. Kelimpahan ikan kepe-kepe ditemukan lebih sedikit lagi di terumbu bawah jumlah species di terumbu atas ditemukan lebih besar dari pada jumlah species di terumbu bawah. Variasi jumlah spesies di terumbu atas berkisar dari 11 (pada terumbu rusak karena peledakan) sampai 2 (pada terumbu rusak karena sedimentasi). Sedang variasi jumlah species di terumbu bawah berkisar dari 9 (pada terumbu rusak karena peledakan) sampai 0 (pada terumbu rusak karena sedimentasi).

Semua empat parameter jumlah dari fauna ikan kepe-kepe, seperti kelimpahan dari spesies karang obligat (*C. triangulum*, *C. trifascialis* dan *C. trifasciatus*) dan spesies karang fakultaif (*C. rafflesii* dan *C. vagabundus*) ditentukan tidak ada variasi signifikan pada kurun waktu dari April sampai Agustus.

Ada perbedaan heterogenitas ruang pada derajat pemutran substrat telah ditemukan di antara terumbu karang walaupun untuk jenis kerusakan yang sama. Ada kecenderungan bahwa kon-sentrasi karang untuk dua kedalaman air, telah ditemukan nilainya lebih tinggi pada terumbu rusak karena kerusakan alam. dibanding pada terumbu rausak karena sedimentasi.

Pola perbedaan ruang dari total kelimpahan dan jumlah spesies untuk famili Chaetodontidae dan kelimpahan *C. trifascialis* di dua kedalam air, juga index „evenness“ di kedaman 5 m, ditemui kecocokan dengan konsentrasi substrat parameter.

Rang korrelasites untuk terumbu atas dan terumbu bawah telal digunalean antara 12 parameter substrat, parameter fauna ikan dan kelimpahan dari tiga karang obligat dan tiga karang fakultatif Chaetodontidae, Tes ??? memberikan informasi adanya kejelasan ketergantungan kedalaman antara parameter substrat dan konsentrasi substrat. Pada terumbu atas telah ditemukan koralasi signifikan antara jumlah spesies dan total kelimpahan dengan parameter substrat. Sepanjang terumbu bawa korrelasi hanya ditemukan untuk jumlah spesies. Dengan adanya peningkatan konsentrasi pemtupan koral (branching, encrusting dan tabular), peningliarus kelimpahan dari tiga jenis ikan karang obligat, dari 8 dari 18 kasus; sedang untuk kelimpahan jenis ikan karang fakultatif (Chaetodontidae) ditemukan tidak ada penugkatan. Nilai korrelasi yang kecil ditemkan antara konsentrasi dari karang tabuler (koloni *Acropora*) dengan kelimpakan dari *C. trifascialis* di sepanjang terumbu atas; sedang literatur mengatakan bahwa jenis ikan tersebut ditemukan jika dan hanya jika koral tabuler ada. Tiga dari 18 kasus didapatkan korrelasi antara konsentrasi kotonii karang *Acropora* dan *Pocillopora* dengan kelimpakan enam species ikan kepe-kepe. Sedangkan pada kotonii karang *Montipora* ditemukan hanya satu kasus dengan kelimpahan ikan karang fakultatif. Kelimpahan ikan karang obligat (Chaetodontidae) meninghat secara signifikan jika bagian dari konsentrasi koloni *Acropora* pada total konsentrasi kanrang meninghat. Sebaliknya kelimpahan ikan karang fakultatif meninghat juga tanpa peninghatan konsentrasi kolom *Acropora*, jika konsentrasi dari jenis koral lain meninghat. Analasi tersebut menghasilkan bahwa pertama, kelimpahan ikan karang obligat jelas berasosi asi dengan koloni *Acropora*, dan kedua, ikan karang fakultatif (Chaetodontidae) menujudkan kurang adanya ketertarikan dengan penawaran dari karang. Studi ini juga memenjuhkan bahwa tidak ada spesies ikan kepe-kepe ditemukan pada transek, jika sebagian substrat tidak ditutup oleh karang. Tiga dari 36 kasus kelimpahannya menurum secara signifikan jika bagian dari karang pada substrat menupun.

Sesuai dengan hasil studi ini menunjukkan bahwa, *C. trifascialis* cocok sebagai bioindikator. Dua kelemahan dari hipotesa indikator telah ditemukan faity:

1. Adanya ketidajelasan parameter substrat mana yang berubah, jika keberadaan (kondisi) karang berubah.
2. Korrelasi antara fauna ikan dan parameter substrat kelihatan tidak cocok, untuk memenjukan perbedaan kerusakan terumbu.

Penelitian lanjutan terhadap kehidupan dari Chaetodontidae, seperti; dinamika dari rekrutasi atau keterbatasan sumberdaya perlu dilakukan, sehingga ikan kepe-kepe sebagai indikator potensial dari kondisi terumbu karang dapat digunakan.

Dari Bapak Budi

## **1 SUMMARY**

The aim of this thesis is to test whether differences in the structure of the butterflyfish fauna are a suitable indicator for changes in the ecological condition of coral reefs. Therefore, pairs of reefs in each of three different states of disturbance (naturally stressed, sediment stressed and stressed through explosives) were investigated off the coast of the city of Padang (West-Sumatra). At all reefs butterflyfishes were counted monthly along five transects with a length of 50 m at 5 m (reef flat) and 10 m (reef slope) depth between April and August 1996. In addition, the coverage of 25 types of substrate was measured in these transects. Four bulk parameters of the chaetodontid community; total abundance, species number, Shannon-Index and Evenness were computed for every transect. Spatial and temporal variation of the bulk parameters were tested using ANOVA. The non-parametric Kruskal-Wallis-test was used for a comparison of abundances of single butterflyfish species between individual reefs. To test for differences in the composition of the chaetodontid fauna and the substrate a multivariate technique (ANOSIM) was applied. Correlations between parameters of the fish fauna and those of the substrate analyses were tested with the Spearman rank coefficient.

A total of 23 species of butterflyfishes were encountered of which the two obligate corallivore species *Chaetodon triangulum* and *C. trifascialis* and the facultative corallivore *Heniochus pleurotaenia* were most abundant. The highest number of fishes were seen on the reef flat of naturally stressed reefs (in May max. 92/1000 m<sup>2</sup>) while the lowest individual density of Chaetodontidae was observed on sediment stressed reefs (in May 28/1000 m<sup>2</sup>). On all locations along the reef slope densities of butterflyfishes were lower. Species numbers of every reef were higher on the reef flat than on the reef slope. They ranged between 11 (reef stressed through explosives) and 2 (sediment stressed reef) on the reef flat and along the slope between 9 (reef stressed through explosives) and 0 (sediment stressed reef).

Temporal variation during the observation period was not statistically significant for all four bulk parameters of the butterflyfish community as well as the abundance of the obligate corallivore species *C. triangulum* and *C. trifascialis* and the facultative corallivores *C. rafflesii* and *C. vagabundus*.

Large spatial heterogeneity in the substrate coverage was not only detected in-between reefs with the identical kind of disturbance, but also on adjacent sectors within a single reef. The percentage of coral cover in both water depths was on average highest in naturally stressed reefs and lowest in sediment stressed reefs.

The pattern of spatial differences in both water depths was the same for coral cover and several parameters of the butterflyfish: total abundance and species number of the chaetodontid community and the abundance of *C. trifascialis*. Differences in the evenness of the butterflyfish fauna between reefs followed only those of the coral cover at the reef flat.

Spearman-rank correlations were performed separately between 12 parameters of the substrate and the four bulk parameters of the chaetodontid fauna and the abundance of three obligate and three facultative corallivore butterflyfish species for the reef flat and the reef slope. The relation between the bulk parameters of the fish fauna and the substrate coverage was depth dependent. On the reef flat the total abundance and species number were significantly correlated with most of the 12 substrate parameters and along the reef slope species number only. An increase in the coverage of the three prevailing coral growth forms (branching, encrusting and tabular) caused in 8 out of 18 cases a concomitant increase in the abundances of the three obligate corallivore butterflyfishes. Especially noticeable is the low non-significant correlation coefficient between tabular colonies of the genus *Acropora* and the abundance of the obligate corallivore species *C. trifascialis* along the reef slope. According to the literature this butterflyfish occurs only in locations where tabular *Acropora* colonies also exist. The coverage of *Acropora* as well as *Pocillopora* colonies was in three out of 18 cases significantly correlated with the abundance of the six butterflyfish species that were investigated. In one out of 18 cases the abundance of the butterflyfishes increased significantly when the coverage of *Montipora* colonies increased. The abundances of obligate corallivore butterflyfishes were significantly correlated with the percent coral coverage of *Acropora* colonies. Facultative corallivore chaetodontids on the other hand showed an increase in abundance when the coverage of non-*Acropora* colonies increased. This result shows firstly that obligate corallivore butterflyfishes live in close association with *Acropora* colonies. Secondly, facultative corallivore butterflyfish species do not depend on particular portions of the coral community compared to obligate corallivores. Non of the investigated butterflyfish species was frequent if the coral coverage was low. In 3 out of 18 cases the abundance of the six examined butterflyfishes was significantly reduced when the amount of coral coverage declined.

Based on the results of this study only *C. trifascialis* can be considered as a qualified bio indicator. Two major draw backs of the indicator-hypothesis have been encountered. First, the insufficient knowledge of the response of parameters of the substrate under conditions of a coral reef change. Secondly, correlations between parameters of the fish fauna and the substrate are not suitable to indicate differences between stressed reefs. Further research about the life history of chaetodontids, as dynamics of their recruitment or the effect of resource limitation on their population are necessary to consider butterflyfishes as suitable indicators.

„Wenn ihr erstmal genau wisst, wie die Frage wirklich lautet, dann werdet ihr auch wissen, was die Antwort bedeutet.“

Aus Douglas Adams' „Per Anhalter durch die Galaxis“

## 1 EINLEITUNG

Korallenriffe erfüllen wichtige globale und regionale Aufgaben. In Klimamodellen stellen sie eine CO<sub>2</sub>-Senke dar (Mann und Lazier 1991). Korallenriffe gelten als Zentren mariner Biodiversität und sind neben den tropischen Regenwäldern das diverseste Ökosystem der Erde (Connell 1978). Regional bilden Barriere- und Saumriffe natürliche Schutzeinrichtungen, um die Erosion von Küsten durch Wellen- und Strömungsenergie zu reduzieren. Für Touristen bedeuten Korallenriffe auf Grund ihrer Farben- und Faunenvielfalt eine Attraktion und bringen auf diesem Wege Devisen in viele tropische Länder. Des weiteren stellt die Riffauna eine wichtige Proteinquelle dar, mit der die menschliche Ernährung in den Entwicklungsländern teilweise gesichert wird.

Die Schädigung von Korallenriffen und anderen tropischen Ökosystemen wie Mangroven und Seegraswiesen, hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten verstärkt zugenommen und gefährdet mittlerweile vielerorts die Existenz dieser Ökosysteme (Norse 1993; Lassere 1995; Talbot 1995). Im Juni diesen Jahres stellten die Teilnehmer des achten „International Coral Reef Symposiums“ in Panama fest, daß Riffe in immer kürzerer Zeit zerstört werden. Die Geschwindigkeit der Zerstörung von Korallenriffen und Unsicherheiten bei der Beurteilung inwieweit ein Riff bereits geschädigt ist, lassen die Suche nach schnellen und zuverlässigen Maßnahmen zur Erkennung, Schutz und Erhaltung von Riffen immer dringlicher werden.

Künftigen Plänen zum Riffschutz muß ein interdisziplinärer Ansatz zugrunde liegen, da Korallenriffe auch durch Prozesse gefährdet werden, mit denen sie nicht unmittelbar zusammenhängen. Ein Beispiel hierfür ist das Roden in tropischen Wäldern, wodurch die Bodenerosion verstärkt wird und als weitere Folge die Flüsse mehr Bodenpartikel ins Meer transportieren. In Küstennähe beginnt die Sedimentation der Bodenpartikel auf den Meeresboden, so daß letztlich auch Korallenriffe vom Bodenmaterial der Waldböden bedeckt werden. Darüber hinaus sollte weltweit durch die Fortbildung der Bevölkerung ein stärkeres Bewußtsein für die bedrohliche Situation der Korallenriffe geschaffen werden. Zusätzlich sind bereits bestehende Gesetze