

**DINAMIKA POPULASI PLANKTON DALAM AREA PUSAT PENANGKAPAN
BENUR DAN NENER DI PERAIRAN PANTAI KECAMATAN SUPPA
KABUPATEN PINRANG, SULAWESI SELATAN¹⁾**

***(Plancton Population Dynamics in Area Fishing Ground of Tiger Prawn
Post Larvae and Milk Fish Fry on Coastal Water of Suppa Distric Pinrang
Regency, South Sulawesi)***

**Nur Asia Umar, Richardus F. Kaswadji²⁾, Ario Damar²⁾,
Ismudi Muchsin²⁾, dan I Wayan Nurjaya²⁾**

ABSTRACT

This research to study relation between environment parameter, plankton abundance and primary productivity with abundance of tiger prawn post larvae and milk fish fry, calculates plankton predating rate speed by tiger prawn post larvae and milk fish fry and other larva and studies plankton population dynamics, tiger prawn post larvae and milk fish fry before, at the time and after peak season. Result of research indicates that some environment parameters significant differs according to observation period and season. Highest abundance of tiger prawn post larva, milk fish fry and other larva reaches to 29067, 7733 and 54400 ind/1000 m³. Highest grazing rate to population of phytoplankton and plankton (phytoplankton + zooplankton) found when predator consisted of tiger prawn post larva, milk fish fry and other larva with grazing rate up to 125 cells/liter/hour and 129 plankter /liter/hour respectively. Highest predating rate to zooplankton population when predator consist of tiger prawn post larva and milk fish fry and there is phytoplankton as their prey up to 12 individual/liter/hour. The certain plankton species significant correlation and estimated as natural food of tiger prawn post larva and milk fish fry that is some types of diatom and crustaceae from zooplankton. Plankton population dynamics especially controlled by predator by tiger prawn post larva, milk fish fry and other larva, while influence of environment parameter is small relative. Abundance of each phytoplankton and zooplankton ranged from 583-28563 cells/liter and 22-3413 ind/liter. Average abundance of phytoplankton and zooplankton significant differs higher at peak season compare before and after tiger prawn post larva and milk fish fry season. Predator-prey relation between phytoplankton and zooplankton shows phase change which succession between phytoplankton controls to zooplankton phases with zooplankton control to phytoplankton. Abundance of plankton influences abundance of population of tiger prawn post larva and milk fish fry especially after peak season. There is concordance of time between peak abundance of tiger prawn post larva and milk fish fry and other larva with peak abundance of phytoplankton and zooplankton.

Key words : *population dynamics, predating, predating rate, predator, prey, phytoplankton, zooplankton, tiger prawn post larva, milk fish fry, other larva, Pinrang*

¹⁾ Bagian dari disertasi penulis pertama, Program Studi Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana IPB

²⁾ Berturut-turut Ketua dan Anggota Komisi Pembimbing

PENDAHULUAN

Plankton memiliki peranan penting dalam ekosistem perairan. Fitoplankton dan zooplankton menjadi sumber makanan utama larva berbagai jenis ikan, udang dan hewan lainnya. Komposisi jenis dan kelimpahan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas pemangsaan oleh zooplankton dan organisme planktivora lainnya. Intensitas pemangsaan zooplankton dan pemangsaan oleh larva berbagai jenis hewan tingkat tinggi merupakan faktor utama yang cukup berpengaruh terhadap dinamika kelimpahan fitoplankton. Kelimpahan dan kelangsungan hidup populasi larva udang windu *Penaeus monodon* Fabricus (benur), larva ikan bandeng *Chanos chanos* Forskal (nener), dan larva lainnya secara musiman mempengaruhi kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di beberapa perairan pantai di pesisir pantai barat Sulawesi Selatan.

Kegiatan penangkapan benur dan nener pada beberapa sentra penangkapan dilakukan secara musiman, mengikuti kelimpahan populasinya di alam. Puncak musim biasanya terjadi pada musim barat. Secara alamiah dengan meningkatnya populasi benur dan nener di alam pada musim tertentu akan berpengaruh terhadap populasi plankton sebagai *prey*. Perubahan kondisi lingkungan dan tekanan pemangsaan pada musim tersebut menyebabkan populasi plankton akan mengalami perubahan sesuai keseimbangan antara daya dukung lingkungan dan laju pemangsaan. Melihat gejala ini, dapat dipastikan bahwa ada faktor-faktor yang menyebabkan populasi benur dan nener itu sangat melimpah pada musim tersebut. Bagaimana hubungan populasi plankton dengan kelimpahan benur dan nener berikut mekanisme mangsa memangsa membentuk dinamika populasinya merupakan salah satu kajian yang dianggap perlu untuk diteliti. Hal ini merupakan salah satu yang melatarbelakangi penelitian ini dilaksanakan.

Tujuan penelitian adalah mempelajari bagaimana hubungan parameter lingkungan, kelimpahan plankton, dan produktivitas primer dengan kelimpahan benur dan nener di lokasi penelitian serta mengkaji dinamika populasi plankton, benur dan nener sebelum, pada saat, dan setelah puncak musim. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar mengenai karakteristik perairan pantai, kapasitas daya dukung dan dinamika sistem planktonik, serta pengaruhnya terhadap populasi benur dan nener.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari bulan September 2005 sampai Februari 2006 di pantai Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran *in situ* pada 16 stasiun (4 transek) dengan mengukur parameter lingkungan (suhu, salinitas, pH, kadar DO, dan kecepatan arus), produktivitas primer, pengambilan air sampel untuk plankton dan kadar nutrisi (nitrat, fosfat, dan silikat), kelimpahan benur, nener dan larva lainnya, pengamatan pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton, dan pengamatan pemangsaan plankton (fitoplankton dan zooplankton) oleh benur, nener, dan larva lain. Kegiatan di laboratorium terdiri dari: identifikasi jenis plankton dan larva, pengambilan gambar plankton, percobaan isolasi plankton dan pengukuran kadar nutrisi. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan 2 kali dalam sebulan bersamaan pengambilan sampel

plankton, benur, nener, dan larva pada semua stasiun pengamatan. Pengambilan air kelimpahan fitoplankton, dan zooplankton menggunakan plankton net bersusun dengan *mesh size* 35 μm dan 50 μm dengan menyaring air sebanyak 80 liter. Pengambilan sampel untuk benur, nener, dan larva lainnya dilakukan dengan menarik seser sejauh 25 meter sejajar garis pantai pada 4 transek.

Pengukuran produktivitas primer menggunakan metode botol-gelap dan botol-terang, mengikuti cara yang telah dilakukan Kaswadji (1996). Pengamatan pemangsa di lapangan dilakukan dengan pemeliharaan dalam alat/kotak yang dibuat dari plankton net yang tidak meloloskan fitoplankton (*mesh size* 35 μm). Kotak dibuat dalam bentuk kubus dengan ukuran 10 X 10 X 10 cm^3 atau bervolume 1 liter. Kotak pemangsa ditempatkan dalam kolom air sekitar 50 cm dari permukaan dengan jarak antarkotak 20 cm. Setiap kotak diisi fitoplankton, zooplankton, benur/nener, dan larva lain dalam 12 kombinasi (antara fitoplankton, zooplankton, benur/nener, dan larva lain). Masing-masing kombinasi terdiri dari 6 kurungan untuk diamati setiap interval 4 jam selama 24 jam.

Beberapa analisis data yang digunakan di antaranya analisis ragam (ANOVA) dengan rancangan percobaan acak kelompok dan Uji Tukey untuk membandingkan antarmusim beberapa parameter lingkungan, kelipahan plankton, benur, nener, dan larva lain. Analisis regresi linear sederhana dan berganda digunakan untuk menghubungkan kelimpahan plankton, benur, nener, dan larva lain dengan parameter lingkungan, serta antara pemangsa dan dinamika populasi plankton. Untuk menduga seberapa besar korelasi salah satu komponen dengan yang lainnya, digunakan analisis korelasi Spearman/*Sperman rank correlation* (Siegel, 1946) dan uji t berpasangan. Analisis komponen utama (PCA) dilakukan untuk melihat sebaran spasiotemporal parameter lingkungan. Analisis faktorial korespondensi (FCA) digunakan untuk melihat asosiasi antara kelimpahan plankton dan stasiun dan waktu pengamatan. Dalam menjalankan beberapa analisis tersebut digunakan perangkat lunak sebagai alat bantu seperti SPSS 15.0 dan Exel Stat 6.0. Di samping beberapa analisis tersebut, digunakan pula alat bantu lain seperti Surfer 7.0 untuk menggambarkan sebaran mendatar beberapa parameter lingkungan dan *Microsoft Excel* untuk penyajian dalam bentuk diagram, grafik, dan histogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Lingkungan

Kisaran dan rata-rata \pm S.D beberapa parameter lingkungan yang diukur pada 16 stasiun selama penelitian disajikan dalam Tabel 1. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa semua parameter lingkungan kecuali pH dan kadar fosfat signifikan berbeda menurut musim (sesuai kelimpahan benur dan nener). Sebaran spasiotemporal parameter lingkungan sangat dipengaruhi oleh musim yang berhubungan dengan curah hujan dan masuknya air tawar di perairan pantai.

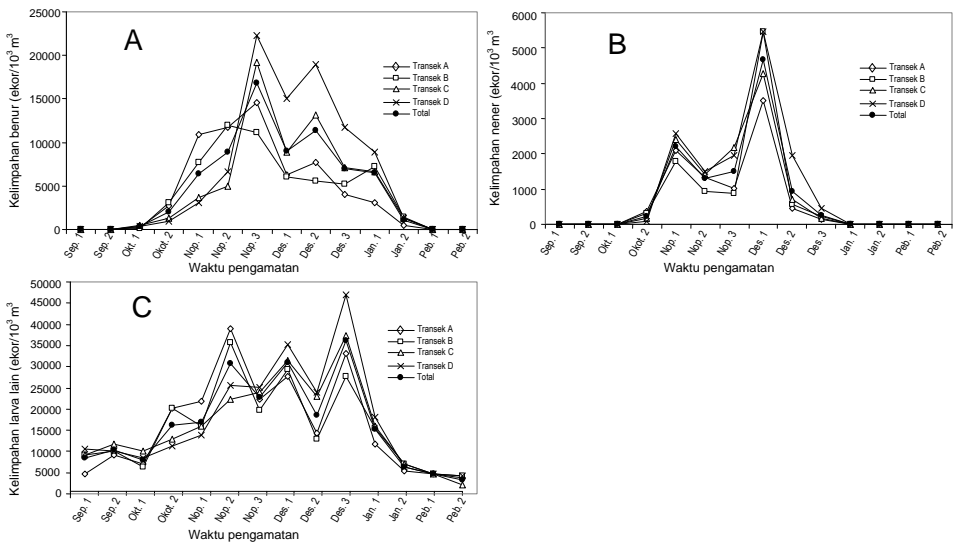
Hasil analisis PCA terhadap 24 observasi (6 bulan x 4 transek) menunjukkan bahwa sebaran spasiotemporal parameter lingkungan di lokasi penelitian lebih dicirikan oleh perbedaan menurut waktu pengamatan. Pada bulan Januari dan Februari dicirikan oleh kecepatan arus tinggi. Pada bulan September dan Oktober dicirikan oleh kadar DO dan suhu lebih tinggi di stasiun dekat pantai dan nilai pH dan salinitas yang lebih tinggi di stasiun lebih jauh dari pantai.

Tabel 1. Kisaran beberapa parameter lingkungan dari semua stasiun selama penelitian dan rata-rata berdasarkan musim benur dan nener

Parameter oseanografi (satuan)	Kisaran		Musim benur dan nener		
	Minimum	Maksimum	Sebelum (Sept.1-Okt.2)	Puncak (Nop.1-Jan.1)	Setelah (Jan.2-Feb.2)
Suhu (°C)	26.7	31.4	29.31±0.10 ^a	29.30±0.09 ^a	28.08±0.14 ^b
Salinitas (‰)	23.0	33.5	30.80±0.23 ^a	29.64±0.16 ^b	27.00±0.20 ^c
pH	5.4	8.1	6.66±0.05	6.60±0.04	6.67±0.06
DO (ppm)	3.5	8.7	6.01±0.11 ^a	6.19±0.10 ^a	5.15±0.11 ^b
Kecamatan arus (m/detik)	0.08	1.07	0.339±0.014 ^c	0.523±0.013 ^b	0.632±0.025 ^a
Nitrat (ppm)	0.02	0.48	0.195±0.033 ^{ab}	0.139±0.027 ^a	0.255±0.033 ^b
Fosfat (ppm)	0.09	0.20	0.111±0.009	0.116±0.007	0.127±0.009

Kelimpahan Benur, Nener, dan Larva Lain

Kelimpahan benur yang didapatkan dari setiap stasiun selama penelitian berkisar 0-29067 (rata-rata 6990 ekor/1000 m³), nener berkisar 0-7733 (rata-rata 1586 ekor/1000 m³), dan larva lain berkisar 1600-54400 (rata-rata 16362 ekor/1000 m³). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kelimpahan benur, nener dan larva lain menurut waktu pengamatan dengan pola perubahan kelimpahan benur, nener, dan larva lain seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kelimpahan benur (A) nener (B) dan larva lain (C) pada setiap transek menurut waktu pengamatan selama penelitian

Pemangsaan Plankton

Pengamatan laju pemangsa plankton pada berbagai kombinasi mangsa dan pemangsa menunjukkan bahwa laju pemangsa cenderung meningkat dengan meningkatnya kelimpahan awal mangsa (prey). Laju pemangsa, kelimpahan minimal terjadinya dampak pemangsa, dan hubungan laju

pemangsaan dengan kelimpahan awal *prey* dari 7 periode pengamatan hasilnya seperti dirangkum dalam Tabel 2. Selain perbedaan laju pemangsaan berdasarkan kombinasi antara prey dan predator, kelimpahan awal *prey*, informasi mengenai indikasi adanya persaingan antarpredator juga terlihat.

Berdasarkan data dalam Tabel 2 dapat disimpulkan beberapa hal di antaranya sebagai berikut.

- (1) Laju pemangsaan fitoplankton dan plankton (fitoplankton dan zooplankton) secara simultan tertinggi terjadi ketika dimangsa secara simultan oleh zooplankton, benur, nener, dan larva lain.
- (2) Laju pemangsaan terhadap zooplankton tertinggi terjadi ketika dimangsa oleh benur dan nener dan terdapat fitoplankton.
- (3) Kelimpahan minimal terendah populasi fitoplankton untuk dimangsa terjadi ketika dimangsa oleh zooplankton, benur, nener, dan larva lain dan tertinggi ketika hanya dimangsa oleh zooplankton.
- (4) Kelimpahan minimal untuk terjadinya pemangsaan terhadap populasi zooplankton terendah terjadi ketika dimangsa oleh benur, nener, dan larva lain tanpa fitoplankton, dan juga ketika dimangsa oleh benur dan nener dan terdapat fitoplankton, sedangkan tertinggi terjadi ketika dimangsa oleh larva lain dan terdapat fitoplankton.
- (5) Kelimpahan minimal terendah untuk terjadinya dampak pemangsaan terhadap populasi plankton ketika dimangsa oleh benur, nener, dan larva lain secara simultan.
- (6) Kenaikan laju pemangsaan dengan meningkatnya kelimpahan fitoplankton tertinggi terjadi ketika dimangsa oleh benur dan nener dan terendah terjadi ketika dimangsa oleh zooplankton.
- (7) Kenaikan laju pemangsaan dengan meningkatnya kelimpahan zooplankton tertinggi terjadi ketika dimangsa oleh larva lain dan terendah terjadi ketika dimangsa oleh benur dan nener.
- (8) Kenaikan laju pemangsaan terhadap populasi plankton dengan meningkatnya kelimpahan plankton tertinggi terjadi ketika plankton dimangsa oleh benur, nener, dan larva lain secara simultan dan terendah terjadi ketika hanya dimangsa oleh larva lain.

Tabel 2. Rata-rata laju pemangsaan (sel induk/liter/jam), kelimpahan minimal terjadinya dampak pemangsaan (sel induk/liter) dan koefisien regresi antara laju pemangsaan dengan kelimpahan awal prey (sel induk/liter) pada setiap kombinasi pengamatan pemangsaan

Kombinasi pemangsaan	Rata-rata laju pemangsaan			Kelimpahan minimal terjadinya			Koefisien regresi laju		
	F	Z	F+Z	F	Z	F+Z	F	Z	F+Z
F+Z	82			2005			0.0105		
F+B/N	104			1386			0.0224		
Z+B/N		6			66			0.0056	
F+Z+B/N	121	12	127	947	36	1076			0.0197
F+L	78			1971			0.0150		
Z+L		5			49			0.0125	
F+Z+L	112	8	116	1257	80	1363			0.0166
F+B/N+L	96			1226			0.0199		
Z+B/N+L		5			36			0.0066	
F+Z+B/N+L	125	10	128	855	41	945			0.0200

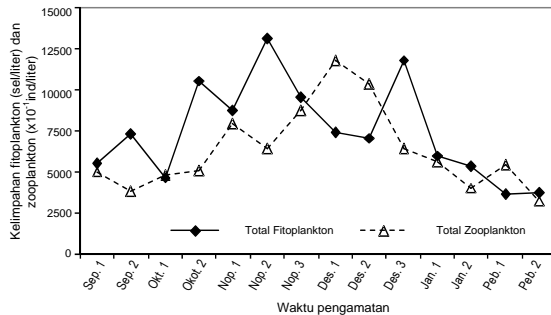
Keterangan : F = fitoplankton, Z = zooplankton, B/N = benur/nener, L = larva lain

Estimasi Spesies Potensial Makanan Alami Benur dan Nener

Beberapa genus fitoplankton yang diduga dimangsa oleh benur dan nener di antaranya adalah *Bacteriastrium*, *Chaetoceros*, *Climacospaenia*, *Cocconeis*, *Coscinodiscus*, *Cylindrocystis*, *Ditylum* sp., *Eucampia*, *Ghompospaeria*, *Hyalodiscus*, *Isthnia*, *Lauderia*, *Skeletonema*, *Tabellaria*, *Thallassiosira*, *Thallassionema*, dan *Thallassiothrix*. Beberapa hal menarik yang didapatkan selama penelitian ini adalah adanya genus fitoplankton yang secara temporal melimpah dan bertepatan dengan fase melimpahnya benur yaitu *Climacospaenia*. Beberapa jenis zooplankton yang ditemukan cukup melimpah ketika kelimpahan benur dan nener mencapai puncaknya seperti telur, nauplii dan larva copepoda, *Tartonus*, *Paracalanus*, *Parapavella*, dan *Mikrosetella*. Jenis-jenis tersebut diduga kuat merupakan jenis yang dimangsa oleh benur dan nener

Dinamika Populasi dalam Komunitas Plankton

Kelimpahan fitoplankton yang terhitung pada 16 stasiun (Gambar 2) berkisar 583-28563 sel per liter dengan rata-rata \pm SD (7433 ± 4770) sel per liter, mengalami fluktuasi dengan tendensi secara umum meningkat dari bulan September hingga November dan menurun dari bulan Desember sampai Februari. Kelimpahan zooplankton yang didapatkan selama penelitian berkisar 22-3413 individu per liter dengan rata-rata \pm SD (631 ± 533) sel per liter. Perubahan rata-rata kelimpahan zooplankton dari seluruh stasiun selama penelitian menunjukkan fluktuasi naik turun seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2. Pola perubahan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton sesuai hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarmusim (Tabel 3). Perubahan populasi plankton diduga terkait pengaruh parameter lingkungan yang bergantung pada musim dan pengaruh pemangsaan baik oleh benur maupun nener. Didukung oleh pernyataan Clark (1974) bahwa suhu mempunyai pengaruh yang besar di ekosistem pesisir. Berbagai aktivitas hewan akuatik diatur oleh suhu, misalnya migrasi, pemijahan, kebiasaan makan, kecepatan berenang, perkembangan larva, dan laju metabolisme. Hasil analisis regresi berganda menunjukkan bahwa pengaruh parameter lingkungan terhadap perubahan kelimpahan plankton tidak terlalu besar meskipun dalam analisis FCA terlihat adanya asosiasi antara jenis plankton tertentu dan stasiun dan waktu pengamatan tertentu (Gambar 3).



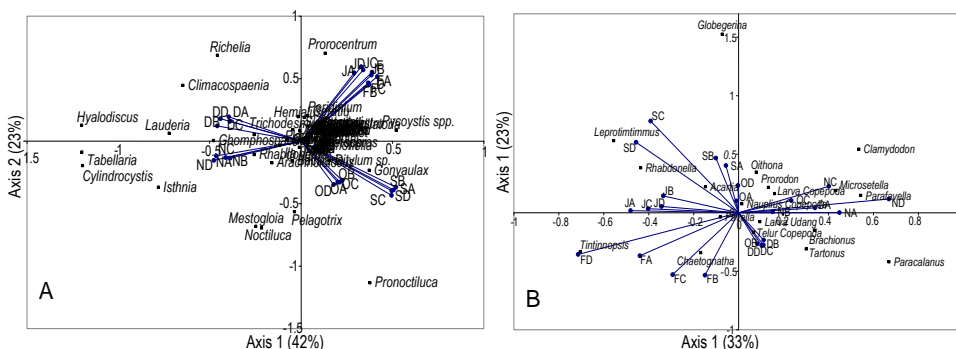
Gambar 2. Kelimpahan rata-rata fitoplankton dan zooplankton berdasarkan waktu pengamatan

Tabel 3. Rata-rata ± standard error (s.e) kelimpahan setiap kelas fitoplankton dan zooplankton (sel/liter) menurut musim benur dan nener

Fitoplankton dan zooplankton	Musim benur dan nener		
	Sebelum (Sept.1–Okt.2)	Puncak (Nop.1–Jan.1)	Setelah (Jan.1 – Feb.2)
Fitoplankton			
Diatom	5936±256 ^a	8121±265 ^b	3918±171 ^c
Dinoflagellata	433±19 ^a	597±24 ^b	311±17 ^c
Cyanophyceae	453±25 ^a	632±33 ^b	319±20 ^c
Chlorophyceae	164±9 ^a	230±1 ^b	113±8 ^c
Total fitoplankton	6986±291 ^a	9580±308 ^b	4661±200 ^c
Zooplankton			
Crustaceae	310±18 ^a	577±27 ^b	289±16 ^a
Protozoa	117±8 ^a	188±10 ^b	119±9 ^a
Rotatoria	17±1 ^a	43±2 ^b	17±1 ^a
Chaetognatha	21±2 ^a	49±3 ^b	31±2 ^a
Total zooplankton	466±25 ^a	857±38 ^b	456±25 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan rata-rata kelimpahan menurut musim berdasarkan uji Tukey ($\alpha=0.05$). Jika antar dua musim tidak terdapat minimal satu huruf yang sama, rata-rata kelimpahan antar kedua musim tersebut signifikan berbeda

Kelimpahan rata-rata fitoplankton pada saat pertama kali pengamatan pada awal bulan September adalah 5490 sel per liter. Pada saat tersebut kelimpahan zooplankton dan larva lain cukup rendah dengan rata-rata 499 individu/liter dan 8400 ekor/10⁶ liter. Karena kondisi kepadatan pemangsa yang relatif rendah memungkinkan pertambahan populasi fitoplankton selama dua minggu sekitar 33%. Setelah dua minggu kemudian kelimpahan fitoplankton menurun kembali karena pertumbuhan fitoplankton dua minggu sebelumnya memicu pertumbuhan populasi zooplankton. Dalam waktu yang bersamaan benur sudah mulai muncul, sesuai dengan pernyataan Fiiilukiena dan Fiiilukas (2000), bahwa kelimpahan larva ikan menunjukkan korelasi positif dengan kelimpahan zooplankton. Dampak pemangsa terhadap populasi fitoplankton dapat mencapai nilai kelimpahan minimal terendah kedua sebesar 947 sel/liter. Oleh karena itu, terjadi penurunan kelimpahan populasi fitoplankton meskipun kondisi parameter lingkungan masih mendukung pertumbuhan fitoplankton.

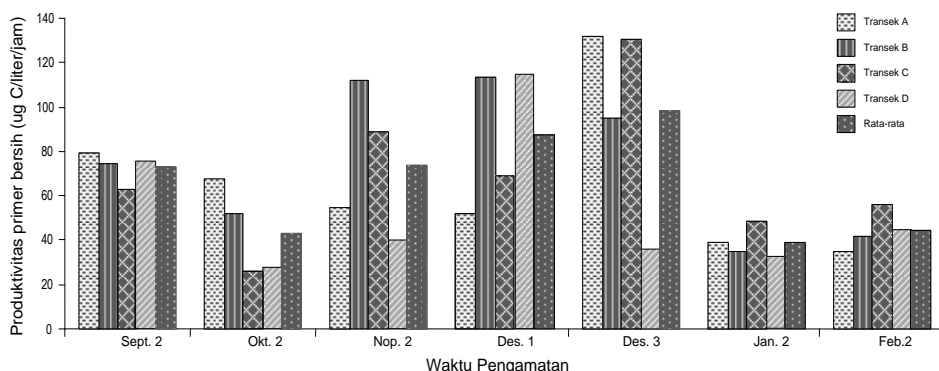


Gambar 3. Distribusi jenis fitoplankton (A) dan zooplankton (B) berdasarkan kelimpahan di setiap transek dan bulan pengamatan pada sumbu faktorial F1 dan F2 dari analisis FCA

Pada pengamatan ke-4 minggu akhir bulan Oktober kelimpahan benur semakin meningkat dan nener mulai muncul. Larva lain juga mengalami peningkatan kelimpahan yang cukup signifikan, sesuai dengan pernyataan Alemany dan Ignacio (2003) bahwa tingkat kelangsungan hidup larva ikan dipengaruhi oleh kondisi pemijahan dan makanan dalam suatu waktu dan periode tertentu. Karena kelimpahan fitoplankton menurun pada pengamatan sebelumnya dan dengan meningkatnya tekanan pemangsaan terhadap populasi zooplankton menyebabkan intensitas pemangsaan zooplankton terhadap populasi fitoplankton menurun sehingga populasi fitoplankton meningkat kembali.

Kelimpahan fitoplankton yang meningkat cukup tajam pada pengamatan ke-4 menyediakan makanan yang cukup untuk populasi zooplankton. Akibatnya pada pengamatan ke-5 kelimpahan zooplankton naik cukup tajam. Dalam waktu yang bersamaan kelimpahan benur dan nener mengalami peningkatan yang cukup drastis, sesuai dengan pernyataan Trumble *et al.*, 1981 dalam Mann Lazier, 1991 bahwa kelimpahan ikan terkait dengan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Tingginya intensitas pemangsaan disebabkan oleh peningkatan kelimpahan tiga jenis pemangsa fitoplankton, yaitu zooplankton, benur, dan nener menyebabkan penurunan populasi fitoplankton pada pengamatan ke-5.

Pada pengamatan ke-6 populasi fitoplankton kembali mengalami peningkatan yang cukup tinggi sehingga mencapai puncak kelimpahan tertinggi selama penelitian, yaitu 13064 sel/liter. Meningkatnya kelimpahan populasi fitoplankton pada saat tersebut disebabkan oleh melemahnya tekanan pemangsaan. Pertumbuhan populasi fitoplankton yang cukup tinggi ditandai dengan peningkatan rata-rata produktivitas primer (Gambar 4) dari pengamatan sebelumnya dan penurunan konsentrasi rata-rata nitrat yang mengindikasikan intensifnya pemanfaatan oleh fitoplankton, sesuai dengan pernyataan Mackentum (1969 dalam Yuliana 2002) bahwa nutrien merupakan unsur penting yang dibutuhkan oleh fitoplankton dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Pengulangan pengaruh predator-prey antara fitoplankton dan zooplankton terlihat kembali pada pengamatan ke-7 pada akhir bulan November. Peningkatan populasi fitoplankton menyediakan sumber makanan yang cukup dan mendukung pertumbuhan zooplankton sebagai pemangsa, hal ini sesuai dengan pernyataan Bradford-Grieve *et al.* (2001), bahwa kontribusi zooplankton cukup besar dalam aliran turunya karbon dalam suatu perairan. Efek ganda pemangsaan terjadi karena dalam waktu yang bersamaan terjadi ledakan populasi benur yang mencapai puncaknya hingga mencapai kelimpahan tertinggi selama penelitian, yaitu 16811 ekor/10⁶ liter. Sinergisme tekanan pemangsaan zooplankton dan benur terhadap fitoplankton menyebabkan tekanan pemangsaan yang kuat dan menurunkan populasi fitoplankton dengan cepat, sesuai dengan pernyataan Hinrichsen *et al.* (2002) bahwa dinamika populasi larva dikontrol oleh perubahan populasi fitoplankton di laut. Populasi fitoplankton dari pengamatan ke-6 pada pertengahan Nopember setelah mencapai puncaknya terus mengalami penurunan hingga pengamatan ke-9 pertengahan Desember. Penurunan kelimpahan pada pengamatan ke-8 masih cukup besar meskipun tidak sebesar dengan periode sebelumnya.



Gambar 4. Histogram rata-rata produktivitas primer bersih ($\mu\text{g C/liter/jam}$) menurut waktu pengamatan di setiap transek

Pada akhir Desember ketika pengamatan ke-10, kelimpahan fitoplankton mengalami peningkatan kembali. Rata-rata kelimpahan fitoplankton pada saat itu mencapai puncak terbesar ke dua selama penelitian sebesar 11798 sel/liter. Penurunan kelimpahan zooplankton pada saat itu dan periode sebelumnya serta populasi nener yang hampir habis tampaknya signifikan menurunkan tekanan pemangsaan terhadap fitoplankton. Kelimpahan populasi fitoplankton pengamatan ke-11 di awal Januari mengalami penurunan yang drastis. Penurunan ini terjadi karena pengaruh intensitas cahaya yang sangat rendah.

Kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya yang terus menurun hingga akhir penelitian menyebabkan penurunan kelimpahan populasi fitoplankton. Karena fitoplankton sebagai produser primer menjadi mangsa zooplankton, ketersediaan makan zooplankton menjadi minim. Akibatnya populasi zooplankton ikut mengalami penurunan. Sementara hilangnya populasi benur dan nener diduga terkait dengan fase pemijahan yang sudah berakhir. Larva lain yang terdiri dari berbagai golongan hewan masih terus ditemukan meskipun dengan kelimpahan yang juga terus mengalami penurunan hingga akhir penelitian.

Korelasi parsial yang dihitung antara kelimpahan fitoplankton pada saat t dan parameter lingkungan dan kelimpahan pemangsa pada saat $t-1$ dan $t-2$ didapatkan hasil bahwa suhu, salinitas, pH, dan kecepatan arus, kelimpahan zooplankton dan kelimpahan benur pada saat $t-1$ (satu periode pengamatan sebelumnya) lebih besar korelasinya dengan kelimpahan fitoplankton saat t dibandingkan dengan pada waktu yang bersesuaian (t). Kadar nitrat, fosfat, kelimpahan benur dan kelimpahan larva lain lebih besar korelasinya pada waktu yang bersesuaian dengan kelimpahan fitoplankton.

Salah satu makna penting yang dapat ditarik dari hasil analisis ini adalah bahwa kurang tepat jika hubungan antara mangsa dan pemangsa dianalisis atau diregresikan secara serempak selama penelitian. Hasil yang diperoleh jika dilakukan seperti itu adalah tidak menggambarkan kondisi yang terjadi berdasarkan dinamika hubungan predator-prey karena selama waktu tertentu dapat terjadi perubahan yang silih berganti yang pada rentang waktu tertentu populasi mangsa mengontrol pemangsanya dan dalam rentang waktu lainnya mangsa dikontrol oleh pemangsanya. Selama periode pengamatan ke-5 sampai ke-10, kelimpahan zooplankton berbanding terbalik dengan kelimpahan

fitoplankton. Selama periode tersebut populasi fitoplankton (*prey*) dikontrol oleh zooplankton (*predator*). Berdasarkan peranan fitoplankton sebagai makanan bagi benur dan nener, nampaknya puncak kelimpahan benur dan nener hampir bersamaan atau sedikit lebih lambat dengan kelimpahan fitoplankton. Karena tidak ada pola yang sistematis dalam hubungan kelimpahan benur dan nener dengan kelimpahan fitoplankton diduga bahwa kemungkinan benur dan nener lebih banyak bergantung pada zooplankton jika dibandingkan dengan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Filiukiena dan Filiukas (2000) yang mendapatkan larva ikan cukup melimpah di perairan pantai dan menyatakan bahwa walaupun hubungannya tidak terlalu kuat ($r = 0.399$), kelimpahan larva ikan menunjukkan korelasi positif dengan kelimpahan zooplankton. Ditambahkan pula oleh pernyataan Clorboe *et al.* (1988 bahwa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva ikan herring di daerah frontal dipengaruhi oleh fitoplankton dan zooplankton. Karena zooplankton memangsa fitoplankton, secara ekologis peranan fitoplankton lebih sebagai makanan zooplankton dibanding makanan benur dan nener.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- (1) Perubahan dan perbedaan parameter lingkungan antarmusim menyebabkan perbedaan plankton. Kelimpahan plankton dan produktivitas primer lebih tinggi pada puncak musim benur dan nener, yaitu bulan November dan Desember. Komposisi dan kelimpahan plankton tidak mengalami banyak perubahan spasiotemporal. Terdapat genus-genus tertentu dari fitoplankton dan zooplankton yang berasosiasi dengan lokasi dan bulan tertentu. Asosiasi antara genus dengan jenis plankton disebabkan oleh perbedaan preferensi dan toleransi terhadap parameter lingkungan.
- (2) Laju pemangsaan plankton dipengaruhi oleh kelimpahan plankton dan berbeda menurut kombinasi pemangsanya. Terjadi kompetisi antara benur dan nener dengan larva lain dalam memangsa plankton, utamanya terhadap zooplankton.
- (3) Ada spesies plankton tertentu yang signifikan berkorelasi dan diduga sebagai makanan alami benur dan nener, yaitu beberapa jenis diatom dari fitoplankton (*Bacteriastrum*, *Chaetoceros*, *Climacospaenia*, *Cocconeis*, *Coscinodiscus*, *Cylindrocystis*, *Ditylum* sp., *Eucampia*, *Ghompospaeria*, *Hyalodiscus*, *Isthnia*, *Lauderia*, *Skeletonema*, *Tabellaria*, *Thalassiosira*, *Thalassionema*, dan *Thalassiothrix*) dan crustaceae dari zooplankton (telur, nauplii, dan larva copepoda, *Tartonus*, *Paracalanus*, *Parapavella*, dan *Mikrosetella*).
- (4) Dinamika populasi plankton dikontrol oleh parameter lingkungan terutama suhu dan salinitas dan pemangsaan oleh benur, nener, dan larva lain. Hubungan pemangsaan antara fitoplankton dan zooplankton menunjukkan perubahan fase yang bergantian antara fase fitoplankton mengontrol zooplankton dengan zooplankton mengontrol fitoplankton.

- (5) Dinamika populasi plankton tidak terlalu besar pada periode sebelum musim benur/nener sampai puncak musim. Kelimpahan plankton mempengaruhi kelimpahan populasi benur dan nener pada saat setelah puncak musim. Ada kesesuaian waktu antara puncak kelimpahan benur dan nener dengan puncak kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Pemijahan induk udang dan ikan sangat mungkin terjadi beberapa saat sebelum fitoplankton mencapai puncaknya.

Saran

Berdasarkan pada hasil yang didapatkan dalam penelitian ini dan adanya beberapa kendala yang dialami selama proses penelitian maka direkomendasikan beberapa hal sebagai berikut :

- (1) Karena indikasi adanya jenis fitoplankton dan zooplankton tertentu yang perubahan kelimpahannya berkorelasi cukup kuat dan diduga kuat menjadi makanan alami benur dan nener, perlu tindak lanjut penelitian untuk membuktikan dugaan ini agar dapat dihasilkan suatu kesimpulan yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembuktian kebenaran dugaan tersebut.
- (2) Selama percobaan pengamatan pemangsa pada berbagai kombinasi terlihat adanya penurunan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton yang diinkubasi tunggal (tanpa pemangsa). Penurunan kelimpahan ini diduga sebagai akibat perlakuan pra-inkubasi dan pengaruh ukuran kotak pemangsa. Oleh karena itu, disarankan agar digunakan ukuran kotak pemangsa yang lebih besar supaya dapat mendapatkan hasil yang lebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Aleman, C. and Ignacio. 2003. Condition Indices and their Relationship with Environmental Factors in Fish Larvae. <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0915103-094007/> (diakses 16 desember 2003).
- Bradford-Grieve, J.M., Nodder, S.D., Jillett, J.B., Currie, K., dan Lassey, K.R. 2001. Potential Contribution that the Copepod *Neocalanus tonsus* Makes to Downward Carbon Flux in The Southern Ocean. *Journal of Plankton Research*. 23 (9).
- Clark, J. 1974. Coastal Ecosystem: Ecological Consideration for anagement of Coastal Zone. Washinton D.C: National Oceanic and Atmospheric administratio.
- Ciorboe, T., Munk, P., Richardson, K., Christensen, V., dan Paulse, H. 1988. Plankton Dynamic and Survival in a Frontal Are.
- Filiukienà, F. and Filiukas, V. 2000. Ecological Characteristics of the Ichthyoplankton of the Curonian Lagoon. *Acta Zoologica Lituanica*. 10 (4).
- Hinrichsen, H.H., Moellmann, C., Voss, R., Koester, F.W., and dan Kornilovs, G. 2002. The Impact of Physical Forcing on Eastern Baltic Cod Larval Survival: A Coupled Hydrodynamic/Biological Modelling Approach: Fisheries Population Linkage Spatial and Temporal Variation in Zooplankton. <http://aslo.org/meetings/victoria2002/archive/300.html> (12 Maret 2003).

- Kaswadji, R. F. 1996. Perairan Laguna: Potensi, Predasi dan Pemanfaatannya untuk Perikanan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing II/3 Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 1995/1996. Bogor: Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Dirjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mann, K.H. and Lazier, J.R.N. 1991. Dynamics of Marine Ecosystems, Biological-Physical Interactions in the Ocean. Boston: Balckwell Scientific Publications.
- Siegel, S. 1946. *Nonparametric Statistics, for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Yuliana. 2002. Hubungan antara Kandungan Nutrient dan Intensitas Cahaya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Teluk Lampung. [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Kelautan.