



**PENGARUH KONDISI OSEANOGRAFI
TERHADAP PERUBAHAN IKLIM,
PRODUKTIVITAS DAN DISTRIBUSI
BIOTA LAUT**

Pidato Pengukuhan

**Diucapkan pada peresmian Penerimaan
Jabatan Guru Besar Madya dalam Ilmu Oseanografi
pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro
Semarang, 14 April 2001**

Oleh :

Sahala Hutabarat

Yth. Rektor/Ketua Senat Universitas Diponegoro (UNDIP)

Yth. Para Anggota Dewan Penyantun UNDIP

Yth. Para Anggota Senat UNDIP

Yth. Para Guru Besar Tamu

Yth. Para Pejabat Sipil, TNI dan Polri

Yth. Para Pembantu Rektor UNDIP

Yth. Para Ketua dan Sekretaris Lembaga di lingkungan UNDIP

Yth. Para Dekan dan Pembantu Dekan di lingkungan UNDIP

Yth. Para Pimpinan Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta

Yth. Para Dosen di lingkungan UNDIP

Yth. Para karyawan UNDIP

Yth. Para tamu undangan yang saya muliakan, dan

Para mahasiswa yang saya cintai dan banggakan

Selamat Pagi dan Salam sejahtera semoga Allah menyertai kita semua

Izinkanlah saya terlebih dahulu memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang atas rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada saya, sehingga atas perkenan-Nya saya dapat menyampaikan pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar Madya dalam Ilmu Oseanografi, di hadapan Rapat Senat Terbuka Universitas Diponegoro dan para hadirin yang saya muliakan.

Tujuh puluh satu persen planet bumi diselimuti oleh air dan 29% adalah daratan. Apabila bumi kita dilihat dari pesawat ruang angkasa, maka akan tampak sebagai sebuah planet yang berwarna biru yang amat indah dipandang di antara planet lain di jagad raya ini.

Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan air yang lebih dominan dibandingkan dengan daratan.

Negara Indonesia yang kita cintai bersama juga diberi oleh Tuhan Yang Maha Esa satu wilayah yang lebih dari 70% terdiri dari air dan terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Akibatnya negara kita mempunyai potensi dan kekayaan laut yang sangat melimpah. Tetapi sayangnya pengetahuan tentang laut dan segala isinya di negara kita masih terbatas. Hal tsb dapat diketahui dari belum adanya kurikulum yang mempelajari ilmu kelautan di tingkat pendidikan Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas. Untuk itu dalam Pidato Pengukuhan Guru Besar Madya ini perkenankanlah saya menyampaikan topik mengenai Ilmu Oseanografi serta pengaruhnya terhadap lingkungan di muka bumi.

Hadirin yang saya muliakan,

Oseanografi dapat didefinisikan secara sederhana sebagai suatu ilmu yang mempelajari lautan dengan segala aspeknya. Ilmu ini semata-mata merupakan perpaduan dari bermacam-macam ilmu-ilmu dasar yang lain. Ilmu dasar lain yang termasuk di dalamnya ialah ilmu tanah (*geology*), ilmu bumi (*geography*), ilmu fisika (*physics*), ilmu kimia (*chemistry*), ilmu hayat (*biology*) dan ilmu iklim (*meteorology*).

Pengertian dan perkembangan ilmu Oseanografi

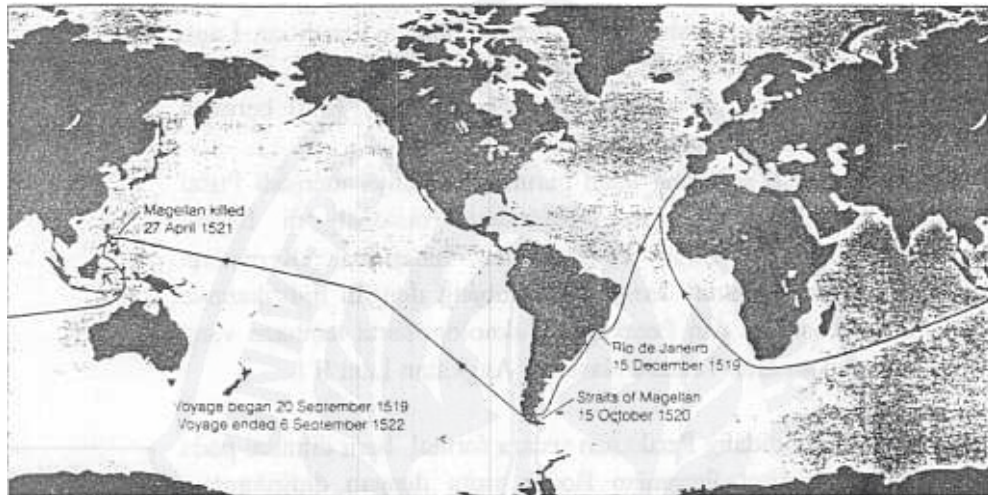
Pada abad ke-4 sebelum Masehi seorang sarjana terkemuka bangsa Yunani, Aristoteles, telah melakukan suatu penelitian yang mendetail mengenai hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan laut. Akhirnya pada abad I sebelum Masehi, hubungan antara gerakan pasang dan letak dari bulan telah dimengerti oleh manusia untuk pertama kali.

Sejarah singkat dan perkembangan ilmu Oseanografi

Pelayaran-pelayaran besar juga sama pentingnya dalam memetakan garis pantai dan lautan-lautan dunia dalam perkembangan sejarah berikutnya. Sebagai contoh, seorang bangsawan Portugis, Ferdinand Magellan telah mengadakan suatu pelayaran mengelilingi dunia pada abad ke-16 sebelum Masehi. Dia telah membuktikan, bahwa bumi ini berbentuk bulat tidak datar seperti yang diperkirakan oleh banyak orang pada waktu sebelumnya (**Gambar 1**). Pada abad ke-18

seorang bangsa Inggris yang bernama James Cook membuat seluruh peta dari Lautan Pasifik dan memperlihatkan adanya sebuah daratan yang terletak pada bagian Selatan kutub yang selalu tertutup oleh es.

Pada saat ini ilmu oseanografi merupakan suatu cabang ilmu pengetahuan yang berkembang secara cepat. Kapal-kapal penelitian oseanografi sekarang, telah dilengkapi dengan alat-alat rumit, sehingga dapat mengumpulkan data-data fisika.



Gambar. 1. Jalur pelayaran Magellan ketika mengelilingi dunia untuk pertama kali (Garrison, 1993).

kimia dan biologi secara tepat dan jelas. Tahun-tahun belakangan ini merupakan perkembangan dari kapal-kapal yang sering mengadakan penelitian di bawah permukaan air, bahkan sekarang sudah banyak dijumpai adanya laboratorium di bawah air yang sifatnya permanen. Keterangan-keterangan dari satelit yang selalu mengelilingi bumi juga menjadi begitu penting artinya dalam melengkapi data-data tentang gejala arus laut dan pertukaran panas. Hal ini merupakan suatu pekerjaan yang sulit untuk dilakukan di masa yang lalu. Namun demikian perlu ditekankan, bahwa ilmu oseanografi merupakan suatu

ilmu yang relatif masih muda, sehingga masih banyak hal-hal lain yang harus dipelajari.

Penelitian oseanografi di Indonesia pertama kali di mulai pada tahun 1904 ketika *Koningsbenser* mendirikan sebuah laboratorium perikanan di Jakarta. Pada tahun 1919, laboratorium ini diubah menjadi sebuah laboratorium Biologi Laut. Selanjutnya mengalami beberapa kali perubahan nama mulai dari Lembaga Penelitian Laut, menjadi Lembaga Sumber Lautan, yang kemudian berubah menjadi Lembaga Penelitian Laut yang akhirnya pada tahun 1970 berubah nama menjadi Lembaga Oseanologi Nasional.

*Penelitian
Oseanogra-
fi di Indone
sia*

Lembaga tsb sekarang telah berubah namanya menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Nasional, di bawah koordinasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Kemudian penelitian masalah kelautan makin berkembang dengan didirikannya Badan Pusat Penelitian dan Penerapan Teknologi serta lembaga yang juga dikembangkan oleh Tentara Nasional Angkatan Laut R.I.

Pendidikan bidang Perikanan secara formal baru dimulai pada tahun 1959 di Institut Pertanian Bogor yaitu dengan didirikannya Fakultas Perikanan oleh beberapa staf pengajar dari Fakultas Kedokteran Hewan. Setelah itu berturut-turut didirikan Jurusan atau Fakultas sejenis pada berbagai Perguruan Tinggi Negeri (PTN) di daerah. Universitas Diponegoro baru mempunyai pendidikan di bidang Perikanan ini pada tahun 1968 dengan berdirinya Jurusan Perikanan pada Fakultas Peternakan.

*Pendidikan
Perikanan
dan ilmu
Kelautan di
Indonesia*

Sejalan dengan kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan, maka pada tahun 1985 Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) membuat Surat Edaran dan menunjuk 6 PTN yang mempunyai Jurusan atau Fakultas Perikanan agar mempersiapkan dan merencanakan pendirian program studi baru yang dinamakan Program Studi Ilmu Kelautan. Sejak tahun 1987 telah berdiri Program Studi Ilmu Kelautan pada Universitas Riau, Institut Pertanian Bogor, Universitas Diponegoro, Universitas Hasanuddin, Universitas Sam Ratulangi dan Universitas Patimura. Pada tahun 1989 Program Studi

ini mendapat bantuan pinjaman dari Asian Development Bank (ADB) guna membangun sarana dan prasarana, pengembangan sumberdaya manusia dan lain-lain. Pada saat ini ke-6 PTN tersebut telah merubah nama fakultasnya menjadi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Pada saat ini, disamping ke 6 PTN tersebut diatas pendidikan Perikanan dan Ilmu Kelautan sudah berkembang pada berbagai Perguruan Tinggi baik PTN maupun Pendidikan Tinggi Swasta. Sudah selayaknya pendidikan di bidang tsb terus dikembangkan di seluruh jalur pendidikan, mengingat luas dan potensinya lautan yang dimiliki oleh negara kita. Menyadari akan hal tsb, Pemerintah telah membentuk satu departemen baru, Departemen Eksplorasi Laut dan Perikanan (DELP) dalam susunan Kabinet hasil pemilihan umum tahun 1999. Nama tsb kemudian berubah menjadi Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP).

Hadirin yang saya hormati,

Adanya perbedaan iklim yang begitu besar di berbagai tempat di dunia memberi pengaruh yang luas terhadap kemampuan manusia untuk menduduki dan mengelola bumi sebagai tempat tinggal. Sebagai contoh, iklim dingin dan ganas di daerah-daerah kutub tidak cocok untuk dipakai sebagai daerah tanah pertanian, sehingga daerah tsb hanya dapat didiami manusia dalam jumlah populasi yang sangat terbatas. Hal serupa juga dijumpai di daerah padang pasir yang luas, di benua Afrika, Asia, Australia, yang tidak dapat ditanami semata-mata karena tidak terdapat curah hujan yang cukup. Angin juga merupakan salah satu faktor yang penting yang dapat mempengaruhi iklim. Para nelayan tradisional masih tergantung kepada angin dalam membantu menggerakkan perahu-perahu mereka. Namun mereka kadang-kadang juga harus waspada, karena angin bisa juga menimbulkan suatu bencana berupa badai yang dapat menghancurkan peralatan atau bahkan menenggelamkan perahu mereka.

Iklim tergantung pada hubungan yang kompleks yang terjadi antara keadaan di daratan, lautan, dan atmosfer. Dalam uraian ini, akan dibahas tiga faktor utama yang mempengaruhi iklim yaitu : suhu, curah hujan, dan angin.



Daratan tidak mempunyai kapasitas yang sama seperti air dalam menyimpan panas. Akibatnya daratan akan lebih cepat bereaksi untuk menjadi panas ketika menerima radiasi matahari dibandingkan dengan lautan. Sebaliknya, daratan akan lebih cepat pula menjadi dingin daripada lautan pada waktu tidak ada *insolation* (pemanasan sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi). Akibatnya di daratan terdapat perbedaan suhu yang amat besar bila dibandingkan dengan yang terjadi di lautan. Suhu di lautan kemungkinan berkisar antara $-1,87^{\circ}\text{C}$ (titik beku air laut) di daerah kutub sampai maksimum sekitar 42°C di daerah perairan dangkal. Sedangkan kisaran suhu di daerah daratan yang pernah dimonitor adalah yang paling rendah -68°C di Siberia pada tahun 1982 dan yang paling tinggi 58°C di Libya pada tahun 1922.

Suhu dan perpindahan panas

Perpindahan panas juga terjadi antara udara, lautan, dan daratan. Hal semacam ini akan dapat memberikan suatu kenaikan tekanan atmosfer pada daerah-daerah di sekitarnya. Udara cenderung mengalir dari daerah-daerah yang bertekanan atmosfer tinggi ke tempat-tempat yang bertekanan atmosfer rendah, sehingga akan menimbulkan arah angin yang berbeda-beda. Keadaan inilah yang mengakibatkan adanya sistem angin utama di dunia. Di samping itu adanya angin laut dan angin darat di daerah pantai merupakan suatu sifat khas.

Sebagian besar air (97,3%) yang terdapat di permukaan bumi berasal dari lautan di seluruh dunia. Sisanya yang berjumlah 2,7% berasal dari daerah daratan, berupa gunung-gunung es di daerah kutub, mata air yang berada di bawah permukaan tanah yang berasal dari danau dan sungai. Sedangkan yang berasal dari atmosfer yang berbentuk sebagai uap air berjumlah sangat kecil yaitu kira-kira sebesar 0,01% dari seluruh air yang terdapat di bumi.

Curah hujan dan siklus air

Diperkirakan jumlah total air dipermukaan lautan yang hilang setiap tahun kira-kira setebal 97,3 cm. Dari jumlah tsb 89,7 cm diganti dari curah hujan yang langsung jatuh ke permukaan lautan. Sedangkan sisanya yang 7,6 cm dicurahkan ke permukaan daratan, kemudian mengalir kembali ke lautan melalui sungai-sungai kecil dan besar.

Pada garis besarnya siklus tata air (*hydrologic cycle*) terjadi secara seimbang, tetapi kadang-kadang terdapat juga adanya perbedaan yang begitu besar antara penguapan dan curah hujan yang terjadi pada beberapa tempat tertentu di dunia. Penguapan cenderung sangat tinggi pada daerah-daerah yang mempunyai suhu tinggi, angin kuat dan kelembaban yang rendah. Daerah subtropik merupakan daerah yang langsung menerima *insolation* tanpa terlindung oleh adanya awan. Daerah tsb merupakan daerah yang mempunyai angin yang kuat dan mempunyai nilai kelembaban yang rendah. Oleh karena itu daerah ini merupakan wilayah yang mempunyai curah hujan yang rendah.

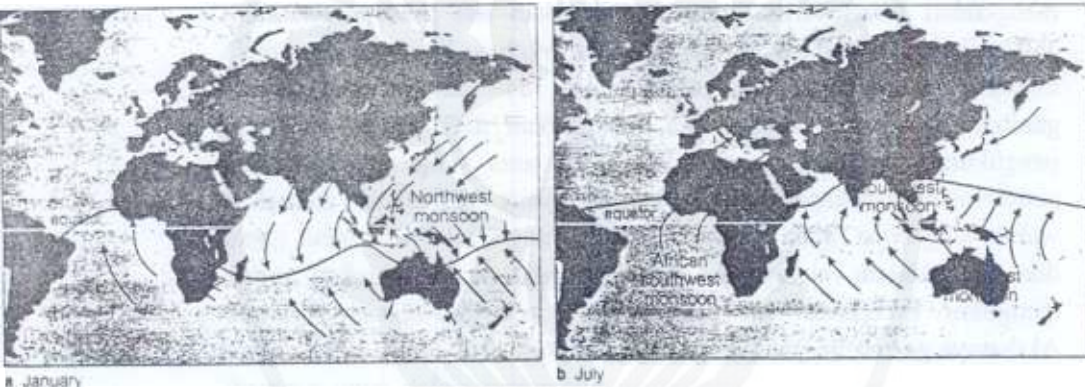
Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus tsb ini mempunyai arti yang sangat penting dalam menentukan arah pelayaran bagi kapal-kapal. Peta arus telah dibuat oleh para pelaut berabad-abad yang lalu. Kita dapat mengetahui adanya arus terutama didasarkan atas pekerjaan seorang ahli oseanografi berkebangsaan Amerika, Mathew Fontaine yang telah memulai pekerjaan tersebut sejak tahun 1840. Ia membuat sebuah gambar dari sistem arus dunia berdasarkan atas pengamatan dan pengukuran terhadap besarnya pengaruh arus yang mempengaruhi pembelokan arah kapal dari lintasan jalan yang panjang dan memakan waktu yang lama. Pada waktu ini teknik yang lebih rumit telah dapat dilakukan dalam mengukur arus, sehingga memungkinkan untuk mengukur kecepatan dan arah arus di seluruh lapisan perairan. Akibatnya gambaran yang lengkap tentang arus tsb sudah dapat dibuat pada waktu sekarang, akan tetapi gambarannya sudah tentu menjadi sangat kompleks.

Arus permukaan bumi

Arus dipermukaan laut terutama disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Namun kenyataan tidaklah demikian sederhana. Karena di samping faktor angin, arus juga dipengaruhi oleh sedikitnya tiga faktor lain, yaitu bentuk dasar perairan, letak geografi dan tekanan udara. Akibatnya arus yang mengalir dipermukaan lautan merupakan hasil kerja gabungan faktor-faktor tersebut.

Arus Musiman

Dari ketiga faktor tersebut, angin merupakan faktor yang paling bervariasi dalam membangkitkan arus. Sejak sistem angin dunia jumlahnya selalu tetap sepanjang tahun, maka arah arus dunia hanya mengalami variasi tahunan yang kecil. Tetapi di bagian Utara Lautan Hindia dan lautan di sekitar perairan Asia Tenggara, angin musim (*monsoon*) berubah secara musiman dan mempunyai pengaruh yang dramatis terhadap arah dari arus permukaan. Arus di perairan Asia Tenggara baik yang terjadi di musim Barat (bulan Desember – Februari) ataupun di musim Timur (bulan Juni – Agustus). Musim Barat di tandai oleh adanya aliran air dari arah Utara melalui Laut Cina bagian atas, Laut Jawa dan Laut Flores, sedangkan pada waktu musim Timur hal ini terjadi kebalikannya yaitu arus mengalir dari arah Selatan (Wyrтки, 1960). Gambar 2.



Gambar 2. Pola angin a) musim Barat di bulan Januari dan b) musim Timur di bulan July. (Wyrтки, 1960)

Komposisi antara daratan dan lautan sebesar 29% dan 71%., mengakibatkan iklim dunia akan sangat tergantung kepada lautan yang terdiri dari Lautan Atlantik, Lautan Pasifik dan Lautan Hindia. Di samping itu di lautan juga dijumpai adanya sistem arus yang bersifat

Perubahan iklim (El Nino dan La Nina)

tetap dan abadi. Hal ini disebabkan oleh adanya angin, pengaruh rotasi bumi yang selalu berputar pada porosnya dan pengaruh sisten tata surya alam semesta

Akhir-akhir ini baik di media cetak maupun elektronik banyak dibahas tentang fenomena El Nino yang kemudian disusul dengan badai La Nina. Baik El Nino maupun La Nina merupakan suatu kejadian perubahan iklim dunia yang tidak lazim jika dibandingkan dengan iklim normal yang terjadi dalam kurun waktu tertentu, yaitu suatu keadaan iklim berubah atau menyimpang dalam jangka waktu pendek yang disebabkan oleh adanya gejala alam yang tidak normal dengan ditandai oleh naiknya suhu permukaan air laut di atas rata-rata. Kejadian ini dikenal sebagai gejala El Nino. El Nino di samping dapat mempengaruhi iklim juga dapat merusak populasi organisme laut. Nama El Nino (dalam bahasa Spanyol berarti anak) dan dapat diartikan sebagai anak Natal (*Christ*) karena merupakan arus yang terjadi pada bulan Desember bertepatan dengan masa Natal. Nama ini pertama kali dikemukakan oleh nelayan Peru sebagai kenangan untuk menandai terjadinya suatu musibah besar yang menghancurkan pantai Peru pada tahun 1891.

El Nino mengakibatkan terjadinya pemanasan air laut di lepas pantai Amerika Selatan. Setelah El Nino biasanya akan disusul oleh dua kemungkinan perubahan iklim. Pertama, suhu perairan akan kembali pada kondisi normal atau yang kedua, suhu menjadi lebih dingin. Kondisi yang terakhir ini dinamakan sebagai gejala La Nina (bahasa Spanyol yang berarti anak perempuan). Gejala semacam ini ditandai oleh datangnya badai yang diikuti oleh turunnya hujan yang hebat, sehingga curah hujan menjadi lebih tinggi di atas rata-rata.

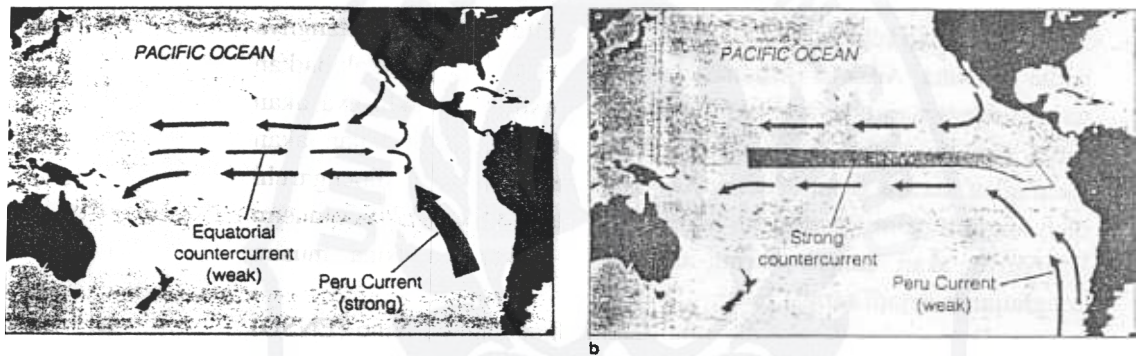
Baik kejadian El Nino maupun La Nina yang disebut di atas pertama-tama diketahui di Amerika Selatan, khususnya di sekitar Peru. Kemudian gejala tsb meluas sampai ke daerah Lautan Pasifik bagian utara dan mencapai daerah Indo-Australia (lautan Hindia). Para ilmuwan menamakan gejala ini sebagai ENSO (*El Nino Southern Oscillation*). Istilah ini pertama kali dikemukakan oleh G.T Walker pada tahun 1920-an sebagai *Southern Oscillation* (SO), sebagai suatu

istilah yang menandai terjadinya perubahan tekanan udara secara global yang kemudian diikuti oleh El Nino.

Pada waktu keadaan normal, tekanan udara di atas Lautan Pasifik bagian timur relatif tinggi sedang tekanan udara di atas lautan Hindia (Indo-Australia) relatif rendah, sehingga mengakibatkan timbulnya arah angin dari arah timur ke barat. Sedang pada waktu terjadi El Nino kondisinya adalah berbalik, dari barat ke timur. Tekanan udara baik pada keadaan normal maupun pada waktu terjadi El Nino mengakibatkan arus mengalir searah dengan arah angin. Arus tsb membawa masa air dengan suhu tertentu (panas), dimana pada waktu terjadi El Nino suhu permukaan laut di sekitar Amerika Selatan seharusnya tidak naik, tetapi dengan adanya perubahan arah angin dan arus oleh karena perubahan tekanan udara menghasilkan kondisi yang menyimpang.

ENSO biasanya dimulai dari bagian tengah lautan Pasifik dekat ekuator pada bulan September dan akan berakhir lebih kurang dalam kurun waktu setahun. Tanpa diketahui asal-mulanya, angin pasat (*trade wind*), yang berada di tengah lautan Pasifik tiba-tiba kecepatannya berkurang secara drastis, bahkan berhenti sama sekali atau bergerak lemah berbalik arah dari barat ke timur. Dengan berhentinya angin, maka arah arus juga akan berhenti. Akibatnya air dingin yang terdapat di sepanjang pantai Amerika Selatan mempunyai kesempatan untuk menjadi panas oleh teriknya sinar matahari tropis. Kemudian masa air hasil pemanasan ini mendapat tambahan masa air panas yang lain yang berasal dari tengah lautan Pasifik-ekuator. Masa campuran air panas tsb selanjutnya didorong oleh arus kembali ke arah pantai Amerika Selatan yang selanjutnya tersebar ke arah utara dan selatan. Peristiwa ini biasanya terjadi di bulan Desember dan ditengarai sebagai pertanda dimulainya El Nino. (Gambar 3.) Pada waktu yang lalu kondisi semacam ini kurang diperhatikan oleh penduduk di sekitar lautan Pasifik (Amerika Selatan). Mereka baru sadar ketika air laut di pantai Peru tiba-tiba naik secara drastis. Periode dari gejala alami ini umumnya terjadi setiap 3 tahun sekali atau berkisar antara 2 sampai 10 tahun. Tercatat ENSO telah terjadi sebanyak 8 kali antara tahun 1950 sampai 1990.

Kejadian El Nino pada tahun 1982-1983 adalah yang paling buruk yang terjadi di abad ini yang menimpa pantai Peru pada bulan September 1982. Pada waktu itu suhu permukaan air laut naik secara drastis mencapai 4 derajat Celcius, sedang pada bulan Nopember berikutnya suhu air laut dari permukaan sampai kedalaman lebih 100 meter naik mencapai 4 – 10 derajat Celcius lebih panas dari normal. Akibatnya distribusi *fitoplankton* sebagai organisme penyedia makanan utama di lautan menjadi terganggu dan mengakibatkan hancurnya perikanan dan populasi



Gambar 3. a) pola arus yang terjadi pada keadaan normal dan b) Pola arus yang terjadi pada waktu terjadi ENSO (El Nino), Garrison 1993.

burung yang hidup di sekitar Peru. Produksi ikan serta kotoran burung (*guano*) yang sangat potensial sebagai sumber devisa negara Peru menjadi hancur total.

Indonesia terletak di antara lautan Pasifik dan lautan Hindia. Pada keadaan normal tekanan udara di sekitar Indonesia umumnya relatif rendah, sedangkan di sekitar lautan Pasifik relatif tinggi, sehingga terjadi aliran angin dari arah lautan Pasifik (Timur) ke

Dampaknya terhadap Indonesia

wilayah Indonesia (Indo-Australia). Pada saat itu masa air yang berasal dari lautan Pasifik adalah masa air yang panas.

Pada waktu terjadi ENSO, keadaan berbalik, tekanan udara tinggi terdapat di Indonesia (Indo-Australia). Karena adanya penumpukan uap air akibat pemanasan pada waktu iklim normal mengakibatkan terjadinya aliran angin/arus dari arah barat ke timur dengan membawa masa air panas ke lautan Pasifik (Amerika Selatan).

Angin yang tiba di bagian tengah Lautan Pasifik pada waktu ENSO, kecepatannya akan berkurang dan bervariasi, bahkan dapat berhenti sama sekali. Kondisi semacam ini yang menyebabkan pada waktu ENSO suhu permukaan lautan Pasifik meningkat di atas normal, khususnya yang terletak di sekitar pantai barat Amerika Selatan.

Setelah terjadi ENSO, umumnya akan disusul oleh datangnya badai La Nina. Adanya pemanasan permukaan air laut mengakibatkan terbentuknya uap air yang melimpah di atmosfer yang akhirnya akan turun sebagai badai hujan yang hebat, sehingga curah hujan akan meningkat secara nyata. Indonesia yang musimnya juga dipengaruhi oleh angin musim (*monsoon*), maka pada waktu terjadi ENSO musim keringnya akan sangat kering dan pada waktu La Nina musim penghujan menjadi sangat lebat.

Dari uraian di atas diketahui bahwa kejadian El Nino (ENSO) maupun La Nina sebenarnya merupakan suatu gejala alam yang memang harus terjadi. Hanya saja pada akhir dekade 1980-an gejala alami tsb menjadi perhatian serius dari para ilmuwan, karena dampak dari peristiwa tsb begitu hebat. Seperti diketahui, bahwa bumi kita pada abad ke-19 dan 20 berbeda kondisinya dengan abad ke-21 (millennium ke 3). Setiap perubahan abad dipastikan akan diikuti dengan perubahan jumlah penduduk yang makin bertambah dan makin berkembang kebutuhannya, termasuk tempat pemukiman yang sudah tentu membutuhkan lahan yang luas. Akibatnya terjadi pembukaan lahan baru dengan mengorbankan hutan yang ditebang secara besar-besaran, untuk dipergunakan sebagai tempat pemukiman atau sebagai sumber penghasilan. Penebangan hutan yang tidak terkontrol serta penerapan tata guna tanah yang tidak tepat, di satu sisi dapat menyebabkan kebakaran di musim kering serta menyebabkan banjir di

musim penghujan karena daya serap tanah sebagai penampung air hujan menjadi tidak berfungsi sama sekali. Hal ini mengakibatkan hutan menjadi gundul, sehingga erosi tanah berlangsung secara besar-besaran dan menimbulkan banjir yang hebat. Kejadian tsb telah menimpa negara Cina, Taiwan, Filipina, Amerika Selatan, Amerika Tengah (Honduras) yang mengalami banjir hebat dan telah menewaskan ribuan orang. Semua kejadian ini diakibatkan oleh adanya badai hujan besar yang erat hubungannya dengan gejala La Nina yang memang saat ini sedang berlangsung.

Indonesia sudah mengalami El Nino pada tahun 1997 yang lalu, ditandai dengan musim kering yang berkepanjangan yang membawa dampak negatif bagi dunia pertanian. Setelah kejadian El Nino iklim yang terjadi tidak kembali pada kondisi normal, tetapi yang terjadi untuk saat itu adalah gejala La Nina. Hal ini dapat dibuktikan dengan datangnya musim penghujan lebih awal dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Dan diramalkan pada akhir tahun 2001 ini gejala El Nino akan datang kembali di negara kita.

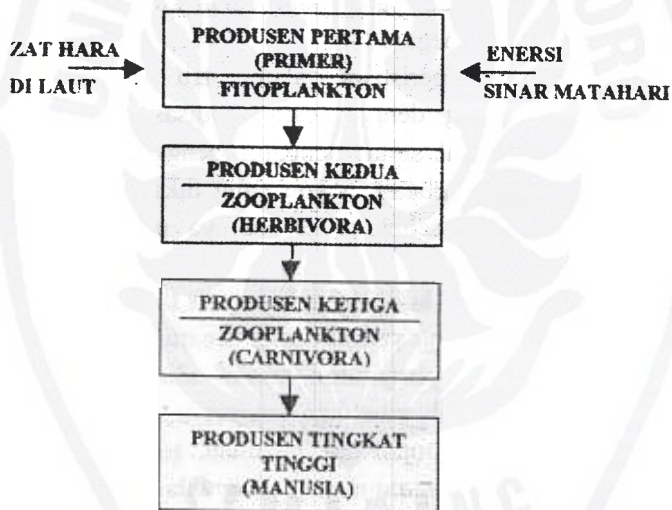
Walaupun agak terlambat peristiwa alami tsb dapat ditanggulangi untuk masa mendatang dengan cara reboisasi dan melestarikan hutan yang sudah gundul serta mengatur penggunaan tanah secara benar. Indonesia adalah sebuah negara yang dikaruniai lebih 70% wilayahnya adalah lautan sehingga sebenarnya mampu menampung limpahan hujan sebesar apapun. Hal ini dapat tercapai dengan syarat pemeliharaan, penggunaan lahan hutan ataupun tanaman harus diatur sesuai dengan undang-undang yang berlaku secara efektif dan konsekuen, serta perbaikan dan pengaturan sistem aliran air dengan benar. Negara Indonesia harus dikembalikan fungsinya sebagai paru-paru dunia dengan menghijaunya hutan dan tanaman, sehingga akan tetap dikenal dan dikenang sebagai suatu negara yang wilayahnya tampak bagaikan zamrud di khatulistiwa.

Hadirin yang saya muliakan,

Produktivitas suatu perairan pada dasarnya ditentukan oleh kemampuan perairan tersebut mensintesa bahan-bahan organik dari bahan-bahan anorganik. Sebagai contoh adalah proses *fotosintesa*.

**PRODUK-
TIVITAS
PERAIR-
AN**

Dalam proses ini bahan-bahan anorganik yang dikandung dalam air seperti H_2O , CO_2 dan lain-lain akan diikat menjadi bahan organik seperti gula melalui proses fikokimiawi dengan bantuan energi sinar matahari. Persenyawaan tsb dapat terjadi karena adanya zat hijau daun (*chlorophyl*) yang banyak dikandung dalam tumbuh-tumbuhan hijau yang banyak hidup melayang di perairan. Dengan adanya hasil bahan organik, maka hewan plankton (*zooplankton*) dan ikan akan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan plankton (*fitoplankton*) sebagai bahan makanannya. Kemudian *zooplankton* akan dimanfaatkan oleh hewan lain yang ukurannya lebih besar, baik yang hidup di dasar maupun yang berenang secara aktif seperti ikan. Apabila ikan-ikan ini mati, maka bahan-bahan organik yang dihasilkan oleh bakteri akan dikembalikan ke dalam perairan. Dari uraian tsb dapat dilihat bahwa plankton adalah organisme yang sangat penting peranannya dalam menentukan tingkat produktivitas suatu perairan (Gambar 4)



Gambar 4. Diagram yang menunjukkan tingkat pemanfaatan enersi dalam sistem rantai makanan di perairan (Hutabarat dan Evans, 1985).

Produktivitas (*primary production*) oleh *fitoplankton* di beberapa habitat akan berbeda satu dengan lainnya. Proses ini umumnya hanya terjadi di perairan yang dangkal yang terdapat sinar matahari yang cukup untuk membantu tumbuh-tumbuhan melakukan proses *fotosintesa*. Daerah tersebut umumnya terdapat di sekitar pantai dan pesisir yang banyak menerima bahan organik dari aliran sungai yang berasal dari daratan.

Estuarin

Air di daerah estuarin merupakan campuran antara air sungai dan air laut yang bersifat semi-tertutup, sehingga mengakibatkan daerah tsb mempunyai air yang bersalinitas lebih rendah daripada lautan terbuka. Meskipun demikian proses percampuran yang terjadi adalah suatu proses yang kompleks. Air tawar yang berasal dari sungai yang mempunyai densitas lebih kecil dari air laut cenderung untuk mengambang di atasnya. Di daerah ini juga terdapat fluktuasi perubahan salinitas yang berlangsung secara tetap yang berhubungan dengan gerakan air pasang. Massa air yang masuk ke dalam daerah estuarin pada waktu terjadi air surut hanya bersumber pada air tawar. Akibatnya salinitas air di daerah estuarin pada saat itu umumnya rendah. Pada waktu air pasang, massa air masuk ke dalam estuarin dari air laut bercampur dengan air estuarin, sehingga mengakibatkan salinitasnya naik. Fauna dan flora yang ada di daerah estuarin terdiri atas organisme-organisme yang telah beradaptasi dengan kondisi yang terbatas dan tersebar pada mintakat yang sesuai dengan sifat biologinya..

Ada empat faktor yang menyebabkan daerah ini mempunyai nilai produktivitas tinggi yaitu :

1. Selalu terjadi penambahan bahan-bahan organik secara terus-menerus yang berasal dari daerah aliran sungai.
2. Perairan estuarin umumnya dangkal, sehingga cukup menerima sinar matahari untuk menyokong kehidupan tumbuh-tumbuhan.
3. Daerah tsb merupakan tempat yang relatif kecil menerima aksi gelombang, akibatnya detritus dapat menumpuk di dalamnya.
4. Aksi pasang selalu mengaduk bahan-bahan organik yang berada sekitar tumbuh-tumbuhan.

Daerah estuarin merupakan tempat hidup yang baik bagi populasi ikan, udang, kepiting dan lainnya.. Daerah tsb merupakan tempat untuk berpijah dan membesarkan anak-anaknya bagi beberapa spesies organisme laut. Oleh karena itu wilayah ini sudah sepatutnya untuk selalu dijaga kebersihan dan lingkungannya agar proses rantai makanan dapat terjadi secara lestari.

Hadirin yang saya hormati,

Tanah lumpur yang ditumbuhi pohon bakau umumnya dijumpai di estuarin di wilayah tropis atau terdapat di sepanjang pantai yang terlindung oleh terumbu karang (*coral reef*). Daerah hutan bakau merupakan suatu tempat yang bergerak, yang tanah lumpurnya secara perlahan-lahan membentuk daratan (*semi-terrestrial*). Kecepatan rata-rata pembentukan daratan ini berkisar antara 100 sampai 200 meter setiap tahun di beberapa tempat di Indonesia.

Daerah
hutan
bakau

Tumbuh-tumbuhan pertama yang membentuk dataran lumpur adalah dari jenis yang tahan terhadap salinitas yang tinggi dan tahan terendam air laut. Begitu dapat menetap, sedimen cenderung untuk mengumpul di sekitar akar-akar dan sedikit demi sedikit akan menaikkan tanah daerah pantai. Dengan terbentuknya dataran baru tsb menciptakan suatu lingkungan hidup yang cocok untuk tempat tumbuh bagi tumbuh-tumbuhan yang kurang tahan terhadap genangan air laut. Tumbuhan tsb kemudian akan menggantikan spesies asli yang membentuk dataran. Proses sedimentasi tetap berlangsung dan tumbuh-tumbuhan yang kedua pun akhirnya akan digantikan oleh spesies yang lain (ketiga) dan seterusnya sesuai dengan kenaikan daerah pantai yang semakin lama menjorok ke arah daratan. Akibatnya di daerah tsb akan terbentuk secara berturut-turut suatu batas penyebaran (mintakat) dari tumbuh-tumbuhan bakau.

Jenis pohon bakau yang terdapat di batas pantai dan mengarah ke laut didominasi oleh *Avicennia*, yaitu jenis pohon-pohonan yang mempunyai akar gantung (*aerial roots*). Pohon bakau merah, *Rhizophora*, menggantikan jenis *Avicennia* pada tingkat pemukiman yang berikutnya, yang terletak pada mintakat lainnya yang dekat dengan daratan. Jenis pohon ini ditandai oleh bentuk akar-akar yang

bersifat menopang (akar tunjang) yang sangat tebal dan hampir tidak dapat ditembus. *Bruguiera* merupakan spesies tumbuh-tumbuhan lain yang sering dijumpai di mintakat berikutnya yang mengarah ke daratan dan kemudian diikuti oleh tumbuh-tumbuhan semak, *Cerriops*.

Hutan bakau merupakan suatu daerah yang mempunyai arti yang begitu penting bagi negara yang sejumlah besar pulau-pulaunya terdiri atas area yang berawa-rawa seperti Indonesia. Kayu dari pohon bakau itu sendiri adalah suatu hasil produksi yang berharga, tetapi karena tanah rawa ini juga merupakan suatu tempat hidup bagi organisme yang mempunyai arti ekonomi yang penting seperti ikan, kepiting dan udang, sehingga daerah ini perlu dijaga agar penebangan tidak sampai merusak lingkungan hidup.

Daerah hutan bakau mempunyai nilai produktivitas yang tinggi, sebagai contoh hutan bakau di Florida, Amerika Serikat, mempunyai produksi bersih mencapai 350 – 500 gC/m²/tahun. Jumlah ini sangat besar bila dibandingkan dengan produksi fitoplankton di sekitar perairan yang hanya mencapai 75 gC/m²/tahun (Meadows dan Campbell, 1988).

Padang lamun terletak di antara daerah intertidal dan sublittoral. Banyak pendapat yang menyatakan bahwa lamun (*sea grass*) secara informal termasuk dalam grup rumput laut (*sea weeds*). Tumbuhan ini kenyataannya sangat berbeda dengan rumput laut karena mereka mempunyai daun, batang dan akarnya dapat menyerap zat hara dari dasar substrat. Padang lamun umumnya banyak dijumpai di pantai perairan tropis seperti di Indonesia, Muangthai, Filipina, dan sebagian di daerah subtropis (pantai Amerika Utara, pantai Eropa yang menghadap lautan Atlantik dan Afrika Selatan. (Garrison, 1993).

Padang
lamun

Siklus hidup lamun sama dengan tanaman berbunga lainnya yang hidup di daratan. Dalam perkembangbiakannya, tepung sari tidak dibawa oleh burung, serangga atau angin, tetapi oleh aliran air. Di dunia terdapat sekitar 45 spesies yang paling dikenal adalah dari jenis *Zostera*. Tumbuhan tsb biasanya hidup di pantai yang substratnya pasir berlumpur. Di habitat ini biasanya dijumpai pula lamun dari jenis *Thalassia* dan *Syringodium*.

Padang lamun merupakan daerah pantai atau pesisir yang perairannya subur (produktif). Di sini produktivitas primernya dapat mencapai $1.00 \text{ gC/m}^2/\text{tahun}$ atau tingkat kesuburannya bisa mencapai 3-5 kali dari produksi *fitoplankton* di perairan sekitarnya. Hal ini terjadi karena adanya efisiensi rantai makanan, sehingga akar lamun dapat memanfaatkan zat hara yang terdapat di dalam substrat. Bakteri *anaerobic* yang terdapat di habitat ini dapat mengikat N_2 langsung ke dalam NO_3 yang banyak terdapat di tumbuhan.

Meskipun beberapa karang banyak dijumpai di lautan subtropis, tetapi spesies yang membentuk karang tsb hanya terdapat di daerah tropis. Kehidupan terumbu karang di lautan dibatasi oleh kedalaman yang berkisar kurang dari 25 meter dengan suhu perairan rata-rata minimum dalam setahun sebesar 10° Celcius. Pertumbuhan maksimum terjadi pada kedalaman kurang dari 10 meter dan suhu sekitar 25 sampai 29° Celcius.

Terumbu karang

Ada empat tipe utama dari terumbu karang yang biasa dijumpai di lautan. Bentuk (*atoll*) adalah jenis karang yang berbentuk lingkaran yang mengelilingi batas dari pulau-pulau vulkanik yang tenggelam. *Fringing reefs* adalah karang yang terdapat di daerah dekat pantai yang mengelilingi pulau; *barrier reefs* terletak sejajar dengan garis pantai, berjarak beberapa kilometer dari garis pantai, dan *platform reefs* yang terbentuk di perairan dangkal *lagoon* yang terletak di antara *barrier reef* dan daratan.

Organisme pembangun karang hanya dapat hidup di perairan yang dangkal, yang terdapat sinar matahari yang cukup, sehingga memberi kesan bahwa cara hidup mereka seolah-olah seperti tumbuh-tumbuhan. Walaupun demikian karang adalah hewan yang tidak dapat melangsungkan proses fotosintesa. Karang tsb tergantung pada sinar matahari yang cukup karena di dalam jaringan tubuhnya terdapat sejumlah besar tumbuh-tumbuhan air yang bersel tunggal (*unicellulair*) *zooxanthellae*. Organisme inilah yang memerlukan sinar matahari untuk fotosintesa. Hubungan antara karang dengan *zooxanthellae* adalah bersifat simbiosis, yaitu suatu hubungan yang menguntungkan kedua pihak. *Zooxanthellae* mendapat lindungan dari karang dan

menggunakan beberapa hasil sampingan metabolisme karang seperti karbondioksida, amonia, nitrat, dan fosfat sebagai bahan makanan.

Ikan yang hidup di sekitar terumbu karang merupakan jenis ikan yang mempunyai arti ekonomi penting. Sebagai contoh, 42 jenis ikan karang yang tertangkap dari 287 jenis ikan yang tercatat hidup di daerah terumbu di Muangthai, merupakan jenis ikan yang dapat dimakan (*food fish*). Karang juga merupakan suatu sumber batu kapur yang dapat dipakai sebagai bahan untuk membangun jembatan, tembok, dan fondasi jalan raya. Hal ini mengakibatkan hancurnya daerah terumbu di beberapa daerah. Akibatnya perbatasan pantai tidak lagi terlindung oleh aksi gelombang, yang akhirnya dapat menimbulkan erosi di daerah pantai.

Daerah terumbu karang merupakan daerah pantai atau pesisir yang mempunyai produktivitas primer sangat tinggi yaitu berkisar antara 300 – 5000 gC/m²/tahun (Meadows dan Campbell, 1988), dibandingkan dengan daerah laut terbuka, upwelling, estuarin, hutan bakau dan padang lamun (Gambar 5).

DAERAH

Produktivitas	Laut Terbuka	Upwelling	Estuarin	Bakau	Lamun	T.Karang
Produksi Primer gC/m ² /hari	0.005-0.5	0.5 - 1.25	2.7- 5.5	350-500	1000	350-5000
Efisiensi Rantai Makanan	10%	20%	20%	>20%	>20%	>20 %
Jumlah Rantai Makanan	selalu 6	2 atau 3	< 2	< 2	— < 2	< 2
Produksi Ikan gC/m ² /hari	0.5x10 ³	36	—	—	—	—

Gambar 5. Perbedaan produktivitas perairan laut terbuka, daerah *up-welling*, estuarin, bakau, lamun dan terumbu karang. (Hutabarat, 2000).

Dari data ini dapat diketahui bahwa daerah terumbu karang mempunyai arti yang sangat penting dan strategis bagi ekosistem perairan. Oleh karena itu sudah sewajarnya apabila terumbu karang harus dijaga kelestariannya. Rusaknya terumbu karang akan mengakibatkan turunnya produktivitas perairan dan selanjutnya akan mengurangi populasi organisme air lainnya. Hal ini dapat terjadi karena sistem rantai makanan akan sangat terganggu, sehingga produksi ikan juga akan sangat berkurang, yang akhirnya akan menurunkan hasil produksi ikan di daerah tersebut. Umumnya penangkapan ikan ini dilakukan oleh para nelayan tradisional sehingga pendapatan dari para nelayan tersebut berkurang drastis.

Indonesia adalah satu negara yang luas perairannya meliputi 2/3 dari seluruh wilayah dan hampir di sepanjang pantai ditumbuhi oleh terumbu karang. Melihat potensi sumber daya laut yang demikian besar, maka sudah tiba saatnya pemerintah dan seluruh rakyat Indonesia untuk memanfaatkan potensi sumber daya alam tsb dengan cara pengelolaan yang benar, sehingga daerah terumbu karang akan tetap lestari dan bermanfaat bagi kehidupan masa depan kita. Memang di sadari bahwa hampir 94% populasi terumbu karang di perairan Indonesia sudah rusak (hancur sebagian atau hancur total). Kerusakan ini umumnya disebabkan oleh ulah manusia, misalnya penangkapan ikan karang dengan menggunakan bom atau bahan kimia tertentu, pengambilan kulit kerang dengan merusak terumbu karang yang hidup di sekitarnya.

Hadirin yang saya hormati,

Seerti telah dijelaskan di muka, bahwa produktivitas suatu perairan sangat ditentukan oleh kondisi oseanografi seperti sifat fisika dan kimia (zat hara/nutrients) air laut dari satu sisi dan organisme hidup pendukung di sisi lainnya. Beberapa sifat fisika dan kimia perairan umum di daerah tropis (dalam uraian ini lebih ditekankan pada lingkungan perairan air laut) yang menjadi faktor pembatas penyebaran dan kehidupan plankton. (*limiting factors*) adalah sebagai berikut:

Faktor pembatas yang memengaruhi produksi primer perairan.

Air laut umumnya terdiri dari beberapa elemen ion (major element) terdiri dari ion-ion *chloride*, *sulphate*, *bicarbonate*, *bromide*, *borate*, *fluoride*, *sodium*, *magnesium*, *calcium*, *potasium*, dan *strontium*. Kumpulan ion-ion ini umumnya dikenal sebagai salinitas (‰). Salinitas rata-rata dijumpai di lautan bebas 35‰, kecuali di bagian Timur laut Mediteranean dapat mencapai 37‰.

Salinitas wilayah estuarin di daerah tropis umumnya cukup rendah karena banyaknya muara sungai yang mengalir, dan adanya curah hujan yang cukup tinggi sepanjang tahun. Oleh karena daerah estuarin merupakan daerah yang salinitasnya selalu berubah-ubah, maka organisme yang dapat hidup umumnya organisme yang dapat tahan terhadap perubahan salinitas yang besar (*euryhaline*). Dengan demikian ditinjau dari salinitasnya daerah estuarin ini merupakan lingkungan yang khas sebagai tempat berlindung bagi organisme yang masih muda (*larva* atau *juvenile*).

Suhu juga merupakan faktor pembatas bagi proses produksi di lautan. Faktor suhu ini sebenarnya bersifat tidak langsung. Pertama, suhu yang terlalu tinggi dapat merusak jaringan tubuh *fitoplankton* (kandungan enzim dan sel tubuh), sehingga akan mengganggu proses *fotosintesa*. Kedua, akan mengganggu kestabilan perairan itu sendiri. Suhu yang terlalu tinggi di bagian permukaan juga akan mengakibatkan terjadinya proses pencampuran dengan massa air di bawah. Akibatnya *fitoplankton* akan terbawa ke kolom air yang lebih dalam dan membuat perairan tersebut tidak produktif.

Suhu sangat penting bagi kehidupan plankton. Daerah tropis suhu air laut di perairan terbuka berkisar antara 25 – 28 °C, sedang di daerah perairan dangkal berkisar antara 28 – 30 °C dan suhu ini akan terus meningkat di daerah yang semi atau tertutup (*lagoon* atau *atoll*).

Sifat air laut yang cukup penting dalam menentukan produktivitas perairan adalah viskositas (kepekatan) yang sangat dipengaruhi oleh salinitas dan suhu. Air laut yang mempunyai suhu tinggi dan salinitas rendah akan mempunyai viskositas yang rendah. Apabila air laut mempunyai suhu rendah dan salinitas tinggi maka viskositas menjadi sangat pekat. Di daerah tropis umumnya suhu di

perairan terbuka relatif tinggi dengan salinitas yang relatif sama sepanjang tahun, sedang daerah subtropis mempunyai suhu rendah dan salinitas tinggi. Akibatnya viskositas di daerah tropis menjadi rendah dan plankton akan sangat sulit untuk melayang dibandingkan dengan daerah subtropis. Hal tsb mengakibatkan plankton di daerah tropis membutuhkan energi yang lebih dibandingkan dengan plankton yang hidup di daerah subtropis dalam mempertahankan keberadaannya pada kolom air. Dengan demikian umumnya ukuran plankton yang hidup di daerah tropis jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran plankton yang hidup di daerah subtropis. Makin menjauh daerah tropis dan mendekati daerah kutub, ukuran plankton akan semakin besar.

Cahaya sangat dibutuhkan oleh *fitoplankton* untuk pertumbuhan serta membantu proses *fotosintesa*. Cahaya akan semakin berkurang intensitasnya dengan makin besarnya kedalaman perairan. Oleh karena itu *fitoplankton* umumnya banyak dijumpai pada kedalaman, yang masih ada sinar matahari, yaitu berkisar antara 0 sampai 250 meter. Di atas kedalaman tsb sinar matahari sudah tidak efisien lagi, sehingga proses *fotosintesa* terhambat. Akibatnya bahan-bahan organik yang dihasilkan (*gross production*) menjadi berkurang. Pada kedalaman yang jumlah produksi dan pemakaian bahan organiknya masih seimbang disebut sebagai *compensation depth*. Di bawah kedalaman ini bahan organik yang diproduksi menjadi lebih kecil atau bahkan habis sama sekali dinamakan sebagai *critical depth*.

Cahaya

Proses *fotosintesa* tergantung dari kedalaman perairan yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari, daerah ini dinamakan daerah *euphotic zone* (kedalaman sampai 200 meter). Di samping itu masih tergantung dari faktor waktu, musim dan letak geografis suatu perairan. Masuknya sinar matahari ke daerah *euphotic zone* dipengaruhi oleh ketinggian/kemiringan letak matahari, penyerapan atmosfer dan tebalnya awan.

Dari enam jenis zat hara (*nitrogen, fosfor, potasium, calcium, mangan, dan sodium*) yang dibutuhkan oleh tanaman berbunga, hanya

Zat hara

nitrogen dan *fosfor* yang merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan *fitoplankton*

Sumber utama fosfor di laut adalah batu-batuan fosfat dan endapan lain yang telah dibentuk (dalam tahunan geologi). Adanya erosi secara perlahan-lahan batuan tersebut terkikis dan melepaskan fosfat ke dalam ekosistem laut. Fosfor merupakan salah satu unsur penting untuk kehidupan organisme di laut. Fosfor di laut dapat diperoleh baik dalam bentuk organik maupun anorganik. Konsentrasi fosfor di suatu perairan dipengaruhi oleh faktor lintang, musim dan aktivitas plankton.

Fosfor

Nitrogen adalah salah satu zat hara yang dibutuhkan oleh *fitoplankton* untuk proses *fotosintesa*. Nitrogen di laut terdiri dari beberapa bentuk, antara lain :

Nitrogen

ikatan organik, amonia, nitrit, nitrogen, oksida, dan dalam bentuk molekuler (gas) bebas. Fluktuasi distribusi nitrat di laut tergantung pada musim. Di perairan lepas pantai daerah lintang sedang, konsentrasi akan turun dalam musim panas akibat dari aktivitas *fotosintesa* yang tinggi, tetapi dalam waktu yang sama disertai oleh meningkatnya konsentrasi nitrat karena membusuknya zat-zat organik.

Hadirin yang saya hormati,

Air merupakan media tempat hidup organisme air/ terutama ikan, udang, dan lainnya. Air tawar dan air laut dapat dibedakan berdasarkan kandungan salinitasnya. Air tawar mempunyai salinitas rendah, bahkan sering 0 permil, sedangkan air laut lebih tinggi dari itu.

DISTRIBUSI
BIOTA
LAUT

Pritchard (1967), menerangkan bahwa salinitas di laut bervariasi setiap hari, bulan, dan tahun. Keragaman ini adalah kunci karakteristik dari kehidupan organisme pada setiap habitat. Jumlah kadar garam (salinitas) di air, jelas berpengaruh terhadap konsentrasi garam dalam tubuh ikan. Sebagai contoh ikan layang dan kembung adalah jenis ikan yang bersifat *stenohaline*, salinitas merupakan suatu faktor yang

penting pada perairan. Ikan-ikan tsb berada dan salinitas yang disukai cukup tinggi yaitu berkisar antara 31,0 – 34 permil.

Jenis ikan layang dan kembung adalah termasuk jenis ikan yang mempunyai sifat beruaya yaitu mengadakan migrasi ke suatu tempat dengan tujuan tertentu. Faktor yang berpengaruh antara lain pencarian tempat yang cocok salinitasnya bagi ikan tersebut. Ikan *stenohaline* agaknya mempunyai naluri yang tajam. Ikan-ikan tsb mengetahui jauh sebelumnya bila akan ada perubahan salinitas, sehingga sebelum terjadi perubahan yang mendadak sudah menyingkir ke tempat yang lebih aman. Effendi (1973) memberi istilah ruaya semacam ini dengan istilah **ruaya pengungsian**.

Selain faktor salinitas, juga faktor suhu, makanan, dan tempat yang aman untuk tempat berlindung merupakan hal-hal yang berpengaruh terhadap kehidupan ikan-ikan tsb.

Yang dimaksud dengan perairan Laut Jawa dalam tulisan ini adalah perairan yang terletak antara 105° – 120° E dan 3° – 7° S. Perairan ini dikenal sebagai bagian Paparan Sunda yang menghubungkan pulau-pulau Sumatera, Kalimantan dan Jawa dengan daratan Asia. Paparan Sunda mencakup laut Cina bagian Selatan, Teluk Thailand, selat Malaka dan Laut Jawa (Wyrcki, 1960).

Keadaan sebaran mendatar (*horizontal distribution*) suhu pada permukaan di perairan Indonesia meskipun variasi tahunannya dapat dikatakan kecil, akan tetapi masih memperlihatkan adanya perubahan musim. Pada musim barat pemanasan terjadi di daerah laut Arafura dan juga di pantai barat Sumatera dan pada musim ini suhunya berkisar antara 29° – 30° C. Sementara itu disebabkan masuknya massa air dingin dari daerah lintang lebih tinggi, maka suhu air permukaan di Laut Cina Selatan relatif lebih rendah yakni antara 26° – 27° C. Pada musim timur, hal yang sebaliknya terjadi. Pemanasan matahari mengakibatkan peningkatan suhu di laut Cina Selatan dan juga di Sumatera Pasifik. Suhu di sini berkisar antara 29° – 30° C. Sementara itu di Laut Arafura dan Laut Selatan Jawa suhu menurun menjadi berkisar antara 27° – 29° C.

**Kondisi
Oseano-
grafi per-
airan Indo-
nesia khu-
susnya
Laut Jawa**

Sebaran salinitas memperlihatkan perbedaan musim yang variasinya relatif lebih besar dibandingkan dengan variasi sebaran suhu. Nilai salinitas berkisar antara 30 – 35 permil yang menyebar menunjukkan adanya kenaikan nilai dari arah Barat ke Timur. Umumnya perairan pantai (*coastal water*) mempunyai salinitas di bawah 32 permil yang meliputi daerah Paparan Sunda. Hal ini terjadi karena pengenceran oleh sungai-sungai di sekitarnya.

Variasi nilai salinitas di permukaan perairan Indonesia ternyata sangat dipengaruhi oleh air tawar yang berasal dari sungai-sungai dan curah hujan, di samping oleh proses penguapan dan pencampuran yang disebabkan baik oleh arus-arus maupun oleh kenaikan air sebagai akibat dari peristiwa *upwelling*.

Sebaran oksigen pada umumnya tidak menunjukkan perbedaan musim yang berarti, kecuali di Samudra Hindia. Di perairan Indonesia bagian Paparan Sunda (Laut Jawa dan Laut Cina Selatan), nilainya lebih rendah yaitu berkisar antara 3,5 – 4,0 ml/l.

Kadar fosfat di perairan Indonesia menunjukkan bahwa pada umumnya di musim Timur kadar fosfat lebih tinggi daripada di musim Barat. Di perairan Laut Jawa maupun di Laut Cina Selatan kadar fosfat menunjukkan nilai yang agak lebih tinggi dalam musim timur (0,2 – 0,3 ug At/l) daripada musim barat (0,1 – 0,2 ug At/l) (Illahude, 1971).

Pengukuran kecerahan di perairan Indonesia relatif belum banyak dikerjakan. Verwey (1929, 1931) telah mengadakan pengukuran kecerahan dengan menggunakan cakram Secchi di Teluk Jakarta dan mendapatkan nilai berkisar di atas 3,5 – 6,5 meter.

Kadaan arus permukaan di Indonesia pada dasarnya ditentukan oleh peredaran musim. Hal ini disebabkan oleh dua keadaan yaitu :

- Angin Musim (*monsoon*) yang bertiup dengan konstan (*high constancy*)
- Letak geografi perairan Indonesia.

Pada musim Barat dan musim Timur, angin selama tiga bulan bertiup terus menerus dalam satu arah saja. Karena letak geografi Laut Cina Selatan, Laut Jawa, Laut Flores sedemikian dan hampir berimpit dengan sumbu bertiupnya angin pada musim Barat terjadilah arus-arus

musim dari Laut Cina Selatan memasuki Laut Jawa terus ke Laut Flores. Pada musim timur terjadi keadaan sebaliknya yaitu arus dari Laut Flores mengalir ke arah Laut Cina selatan melalui laut Jawa.

Hampir seluruh filum yang ada di muka bumi terwakili di dalam kehidupan di lautan. Perairan Indonesia adalah satu-satunya perairan dunia yang memiliki begitu banyak jenis biota yang terkandung di dalamnya. Bahkan dapat dikatakan bahwa perairan Nusantara memiliki *bio-diversity* yang paling besar di muka bumi. Sebagai salah satu contoh adalah kehidupan biota dari Filum *Arthropoda* yang dalam tulisan ini diwakili oleh Kelas *Crustacea*., Ordo *Decapoda*, Genus *Penaeus* atau lebih dikenal sebagai udang.

**Distribusi
kehidupan
biota laut**

Udang adalah golongan hewan laut yang termasuk dalam Kelas *Crustacea*, subkelas *Malacostraca* dan Ordo *Decapoda*. Udang kebanyakan merupakan bahan makanan dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Ordo *Decapoda* terbagi atas dua subordo yaitu masing-masing *Reptantia* dan *Natantia*. *Reptantia* terdiri dari udang yang berkulit keras dan umumnya berukuran besar seperti *lobster* (udang barong), *crab* (kepiting) dan *crayfish* (udang air tawar).

Bentuk morfologi udang dewasa sangat penting untuk dipelajari apabila ingin membedakan susunan taxonominya. Hal ini banyak diteliti dan ditulis oleh para ahli. Bagian tubuh udang yang umum dipergunakan untuk mengidentifikasi udang tsb adalah *rostrum*, *carapace*, *abdomen*, *telson*, *antennules*, *antennae* dan kaki serta bentuk alat reproduksi seperti *petasma* dan *thelycum*.

Di perairan Indonesia umumnya udang ditangkap di daerah pantai dan dijumpai lebih dari 40 spesies yang dimanfaatkan karena mempunyai nilai ekonomis penting. Di antaranya adalah *Penaeus merguensis*, *P. indicus*, *P. monodon*, *P. semisulcatus*, *Metapenaeus monoceros*, *M. ensis*, *M. elegans*. Umumnya daerah penangkapan udang adalah daerah pantai Sumatera, Selat Malaka, selatan dan utara Pulau Jawa, Kalimantan, Sulawesi Selatan, Nusatenggara, Kepulauan Aru di Maluku dan lepas pantai Irian Jaya.

Dengan makin meningkatnya permintaan akan udang di pasaran internasional, maka hasil produksi udang yang berasal dari

penangkapan tidaklah mencukupi, sehingga peranan tambak sebagai alternatif penghasil udang makin menonjol.

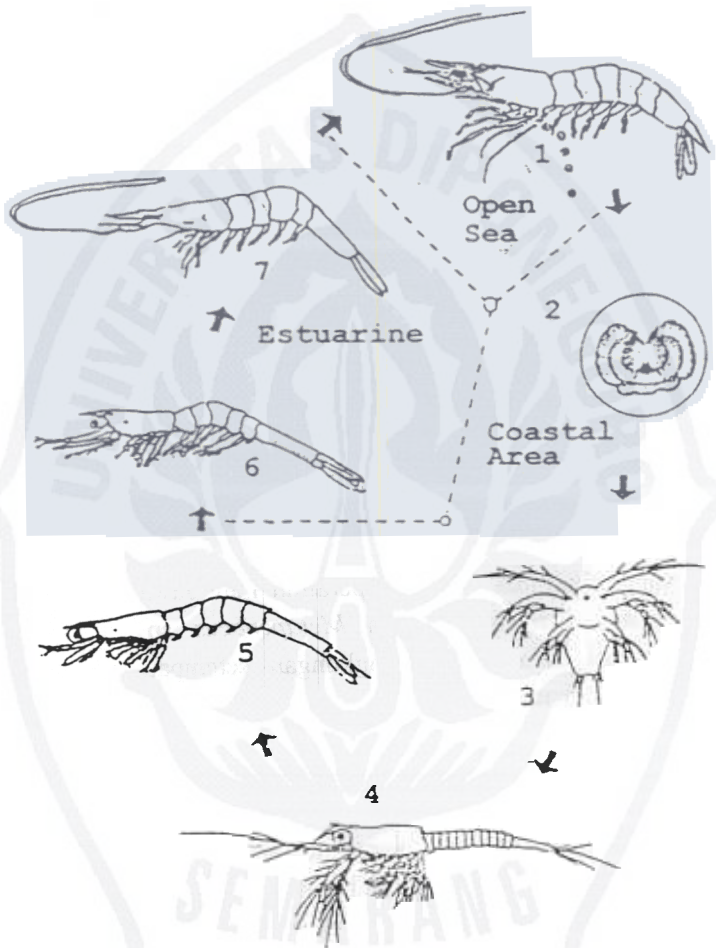
Seperti yang telah diterangkan di atas, bahwa perairan di sekitar Indonesia terdapat begitu banyak jenis udang yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, umumnya terdiri dari Famili *Penaeidae*. Di antara udang tsb ada yang mempunyai karakteristik dan bentuk morfologi yang hampir sama, sehingga baik nelayan, pengusaha maupun para ahli biologi akan sulit untuk membedakannya tanpa melihat secara detail karakteristik yang dimiliki masing-masing udang tsb.

Distribusi udang dewasa yang terdapat di perairan Indonesia umumnya dijumpai di daerah sepanjang pantai. Hampir semua udang penaeid berpijah di lepas pantai dan telurnya yang bersifat plankton akan menetas berubah bentuk menjadi fase *nauplius*. Setelah mengalami metamorfosis beberapa kali larva tersebut akan berkembang dan akhirnya mencapai tingkat *postlarva* yang kemudian berenang menuju ke arah pantai atau estuarin. *Postlarva* dan *juvenile* tumbuh cepat pada ekosistem ini yang akhirnya akan kembali ke laut lepas guna melengkapi siklus hidupnya (Gambar 6).

Udang
dewasa

Udang dewasa yang dijumpai di sekitar perairan Laut Jawa umumnya terdiri dari genus *Penaeus* sp. dan *Metapenaeus* sp. Kehidupannya sangat dibatasi oleh kondisi lingkungan setempat. Dalam suatu penelitian di sekitar pertambakan di daerah Jepara (Hutabarat, 1987) telah ditemukan adanya satu species dari genus *Metapenaeus* sp. yang bentuk morfologi tubuhnya sangat mirip dengan *Metapenaeus ensis* yang juga umum dijumpai di sekitar perairan Laut Jawa. Setelah dilakukan penelitian seksama yaitu dengan melihat bentuk dari alat kelamin jantan (*petasma*) dan betina (*thelycum*) ternyata ada perbedaan. Setelah dibandingkan dengan spesimen lain yang ada di dalam koleksi spesimen di *British Musium*, London, maka species ini dikategorikan sebagai species atau subspecies yang baru (*Metapenaeus undipus* Hutabarat, 1987). Dari seluruh koleksi spesimen yang dimiliki oleh *The British Museum*, London ternyata hanya ada 1 (satu) spesimen yang sama, baik bentuk morfologi

tubuhnya maupun alat kelamin jantan dan betina, yaitu berasal dari sekitar perairan Hongkong. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa kondisi oseanografi suatu habitat atau perairan sangat menentukan distribusi biota di lautan.



Gambar 6. Siklus hidup udang penaeid. 1. induk; 2. telur; 3. nauplius; 4. protozoae; 5. mysis; 6. postlarvae; 7. juvenile (Hutabarat, 2000).

Dalam suatu penelitian yang telah dilaksanakan (Hutabarat, 1998), diketahui bahwa umumnya postlarva memasuki daerah estuarin di perairan Jepara pada waktu air pasang dan mencapai puncaknya pada waktu malam hari. Hal ini dibuktikan pula oleh Russel (1928), Temple dan Fisher (1965) yang menunjukkan bahwa larva decapoda jumlahnya akan meningkat di permukaan air dan mencapai puncaknya pada waktu gelap. Subranyaman dan Rao (1968) juga menunjukkan bahwa pada waktu malam hari jumlah postlarva yang masuk ke daerah estuarin mencapai maksimum di antara jam ketiga dan kelima sebelum pasang tertinggi. Eldred *et al* (1965), Jones *et al* (1970), Young dan Carpenter (1977) dan Watkins (1980) menjumpai jumlah postlarva penaeid yang sangat banyak di permukaan air pada waktu malam hari. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sifat dari postlarva yang menjadi lebih aktif pada waktu malam hari. Teori ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Subranyaman (1976) yang dibuktikan bahwa aktivitas *Penaeus duorarum* di perairan Amerika pada malam hari lebih nyata jika dibandingkan dengan pada siang hari, sekalipun terjadi air pasang.

Dari penelitian di laboratorium Mair (1979) membuktikan bahwa postlarva penaeid aktivitasnya menunjukkan peningkatan pada waktu malam hari. Tabb *et al* (1962) juga membuktikan bahwa postlarva *P. duorarum* dijumpai dalam jumlah yang hampir sama pada waktu air pasang di siang hari yang berawan dan pada waktu hari mulai gelap. Perubahan distribusi postlarva ini kemungkinan bukan hanya disebabkan oleh adanya perbedaan antara waktu penangkapan siang dan malam hari, tetapi juga oleh adanya sinar yang mengakibatkan postlarva dapat menghindari jaring sehingga tidak dapat tertangkap. Fleminger dan Clutter (1965) membuktikan bahwa hasil penangkapan udang mysis dengan cara menarik jaring secara diagonal pada waktu malam hari diperoleh hasil yang lebih banyak jika dibandingkan dengan hasil tangkapan pada siang hari.

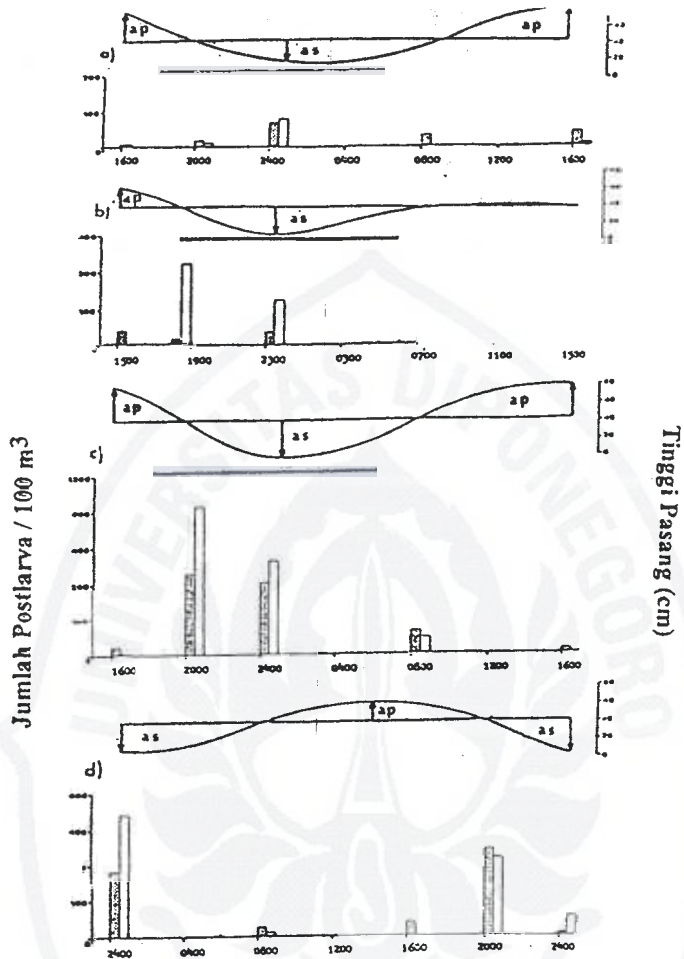
Dalam penelitian ini diperlihatkan pula bahwa postlarva *Metapenaeus* sangat melimpah pada waktu malam hari, khususnya bilamana penangkapan dilakukan bertepatan dengan waktu air surut. Hal tersebut juga dibuktikan oleh Ramakrishnaian (1979) yang telah

melakukan penelitian serupa di Danau Chilka India. Staples dan Vance (1985) juga melakukan hal yang sama terhadap postlarva *Metapenaeus* di Sungai Norman, Australia yang diperoleh postlarva dalam jumlah yang lebih besar pada waktu malam jika dibandingkan dengan jumlah perolehan di siang hari.

Dari hasil pengamatan selama 24 jam dibuktikan bahwa distribusi dan kelimpahan postlarva *Penaeus* bervariasi. Rata-rata kelimpahan postlarva pada air pasang lebih besar daripada air surut (**Gambar 7**). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Jones *et al* (1970), Roessler dan Rehner (1971) di perairan

Postlarva *P. duorarum* yang hidup di sekitar perairan pantai Amerika Serikat, dapat ditangkap dalam jumlah yang cukup besar, hanya pada waktu air pasang. Watkins (1980) membuktikan pula bahwa kelimpahan postlarva di perairan sebelah barat Mexico akan meningkat pada waktu air pasang dan menurun pada waktu air surut.

Di samping sifat-sifat abiotik perairan seperti yang telah dibahas di atas, diduga bahwa tingkah laku dan kebiasaan hewan air juga mempunyai pengaruh terhadap distribusi dan kelimpahan. Hughes (1969b, c dan 1972) membuktikan bahwa postlarva dapat berenang menuju ke arah daratan atau estuarin dengan cara berenang mengikuti arus air pasang sesuai dengan aktivitas hormon *endogenous* yang dapat mengikuti irama pasang-surut. tersebut Di samping mereka dapat mengikuti irama pasang-surut, distribusi dari postlarva juga dipengaruhi oleh kegiatan untuk mencari makanan, menyeleksi habitat yang sesuai serta guna menghindari pemangsa.



Gambar 7. Kelimpahan postlarva udang penaeid pada periode pasang dan bulan sepanjang 24 jam waktu pengambilan sampel (Hutabarat, 1998)

- a/ Periode bulan purnama 5 - 6 April 1996
 b/ Periode bulan tiga perempat 12 - 13 April 1996
 c/ Periode bulan gelap 19 - 20 April 1996
 d/ Periode bulan seperempat 26 - 27 April 1996

Keterangan :

- a.p ----- air pasang
 a.s ----- air surut
 ————— waktu malam (gelap)
 ▨ postlarva udang *Penaeus*
 □ postlarva udang *Metapenaeus*
 ↑↓ waktu pengambilan sampel

Hadirin yang saya muliakan,

Dari uraian di atas dapat saya simpulkan bahwa:

1. Ilmu Oseanografi merupakan suatu cabang ilmu yang relatif masih muda dan sangat penting kegunaannya dalam mempelajari lautan dengan segala isinya.
2. Adanya pola angin dan arus di dunia yang bersifat tetap dan abadi menyebabkan terjadinya perbedaan iklim dan musim di dunia.
3. Tingkat produktivitas suatu perairan sangat ditentukan oleh letak geografi dan sifat-sifat dari parameter fisika, kimia dan biologi perairan.
4. Distribusi biota laut antara lain rumput laut, hutan bakau, terumbu karang, udang dan larva udang sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan setempat

PENUTUP

Melihat luasnya lautan di negara Indonesia, maka pengetahuan tentang laut dengan segala aspeknya perlu diberikan kepada seluruh masyarakat pada tingkat pendidikan, mulai Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi. Dengan demikian, maka masyarakat akan mempunyai pandangan yang sama tentang pentingnya lautan bagi kehidupan dan kelangsungan hidup bangsa dan negara. Mau tidak mau dan suka tau tidak suka bangsa kita akan sangat tergantung kepada lautan di masa datang, sehingga dalam GBHN yang akan datang sudah sepatutnya untuk diusulkan agar pengetahuan tentang kelautan dapat disebarluaskan dan dicantumkan sebagai salah satu mata ajaran dalam kurikulum nasional untuk tingkat pendidikan dari Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas

SARAN

Doa dan Puji-pujian saya panjatkan ke hadapan Allah seru sekalian Alam atas napas, kehidupan dan bimbingan yang diberikan kepada saya semenjak saya dilahirkan sampai saya dapat menyelesaikan Orasi Ilmiah pada saat ini. Hanyalah oleh pengasihannya-Nya, maka saya dapat menyelesaikan seluruh pekerjaan dan persyaratan yang diwajibkan untuk menjadi seorang Guru Besar Madya di Universitas Diponegoro (UNDIP). Almamater tercinta. Semoga kasih-Nya dapat mewarnai setiap langkah saya dalam menunaikan tugas saya selanjutnya dalam melayani para mahasiswa, masyarakat, dan Negara Kesatuan Republik Indonesia, Tanah Air tercinta.

Hadirin yang saya muliakan,
Perkenankan saya menyampaikan hormat dan terimakasih kepada Pemerintah Republik Indonesia, kepada Bapak Menteri Pendidikan Nasional atas kepercayaan yang dilimpahkan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar Madya, suatu jabatan akademik tertinggi dalam kehidupan Universitas.

Kepada Prof.Ir. Eko Budihardjo M.Sc, Rektor /Ketua Senat Anggota Senat, seluruh Pembantu Rektor Univeritas Diponegoro, saya menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan dan kelancaran proses pengusulan diri saya sehingga saya dapat diterima sebagai anggota Senat Guru Besar Universitas Diponegoro. Terima kasih saya sampaikan pula kepada seluruh anggota Senat Guru Besar UNDIP yang dengan tangan terbuka telah menerima saya sebagai salah satu anggota keluarganya. Demikian pula kepada Dekan serta Pembantu Dekan, Senat Fakultas serta teman-teman sejawat di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, khususnya di Jurusan Perikanan yang telah memberi iklim terbuka dalam proses pengusulan tersebut.

Hadirin yang saya hormati
Saya tidak dapat melupakan jasa dari tangan-tangan yang telah menjamah saya selama proses pendidikan saya. Khususnya kepada

Guru-guru Sekolah Dasar Kintelan dan Kristen Gergadji yang mengajar saya membaca, menulis dan berhitung. Guru Sekolah Lanjutan Pertama Masehi II Sidodadi dan Guru Sekolah Menengah Atas Masehi I Dr.Cipto, Semarang, serta seluruh guru kelas yang mengetahui seluruh kemampuan dan ketidakmampuan yang saya miliki semasa pendidikan dasar, menengah tersebut. Teguran, hukuman dan disiplin tinggi yang saya rasakan, ternyata telah berguna bagi saya untuk dapat menapak jenjang-jenjang pendidikan serta persyaratan untuk menjadi seorang Guru Besar.

Memasuki dunia pendidikan tinggi, saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak A.Soeroyo (almarhum), mantan Rektor Universitas Diponegoro, Bapak Ir. Soelistyono HS, Bapak Samiroen (Alm), Drs.Soegito Sukamsiputro, Prof. Dr. Lachmudin Syarani dan Bapak Ir. H. Ayodhyoa M.Sc yang telah mendorong dan membimbing saya untuk melanjutkan dan menyelesaikan studi hingga memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Peternakan Jurusan Perikanan Universitas Diponegoro.

Kenangan kepada Almarhum Prof. Soedarto SH (mantan Rektor UNDIP), dan Almarhum Prof..Dr.Gatot Rahardjo Yunus (mantan Ketua Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai, Jepara) saya mengucapkan terima kasih atas nasihat dan dorongan semangat dari beliau berdua ketika saya akan melanjutkan studi ke luar negeri.

Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada Dr. Stewart M. Evans dari *Department of Marine Science and Coastal Management, the University of Newcastle Upon Tyne, Inggris* yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan program Master (S-2). Demikian pula kepada Prof. Dr. D.I Williamson yang telah membimbing program doctor saya di *Department of Marine Biology, Isle of Man, the University of Liverpool*. Saya sangat bangga dan menghargai serta hormat kepada beliau, walaupun sudah berusia lanjut dan terkena stroke masih tetap bersemangat melakukan penelitian dan menulis buku.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Sung Yun HONG dari Pukyong University, Korea Selatan atas dorongan semangat dan sifat kekeluargaan yang tinggi yang selalu dibicarakan kepada saya, baik ketika studi bersama di *Isle of Man* maupun ketika bertemu di Indonesia dan Pusan,, Korea Selatan.

Kepada Prof. dr. Moeljono S. Trastotenojo (mantan Rektor Universitas Diponegoro) saya sampaikan hormat dan terima kasih yang setinggi-tingginya atas dorongan, arahan dan kepercayaan yang diberikan kepada diri saya ketika mendampingi dan membantu beliau dalam mengelola Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Demikian pula saya mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Muladi SH (mantan Rektor UNDIP) atas petunjuk dan arahan-arahnya. Pada kesempatan ini juga saya sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Sukadji Ranuwihardjo MA (mantan Dirjen Dikti), Prof. Ir. Pramoctadi (mantan Dirbinsarak, Ditjen Dikti), Prof. dr. Sapardi Brojohudoyo MPH, Prof. Ir. Jutata Hadihardaja, Prof. Dr. Soedarsono MS dan Bapak Drs. Darjono Rahardjo MM atas segala bimbingan dan bantuannya dalam meniti karir saya.

Hadirin yang saya muliakan,

Kepada seluruh teman sejawat, khususnya Prof.Dr. Lachmuddin Sya'rani, Bapak Drs. Socnaryono Pringgoseputro, Bapak Ir. Soedibyono M.Sc, Bapak Ir. Todiman Wirutalingga MSc Despa, Ibu Ir. Sri Andani MS; saya mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan dorongannya yang secara nyata telah membantu dan memacu keberhasilan saya dalam meniti karir akademik saya di Jurusan Perikanan, Universitas Diponegoro.

Terimakasih pula saya sampaikan kepada Prof.Dr. Daniel Monintja dan Prof.Dr. Deddy Soedharma dari IPB serta Prof.Dr. Natsir Nessa dari UNHAS atas dorongan dan rekomendasi yang diberikan dalam rangka pengusulan saya ke Guru Besar Madya ini.

Para mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro sejak tahun 1977 sampai pada saat ini, khususnya para

mahasiswa bimbingan saya, patut menerima ucapan terima kasih saya. Karena kesediaan mereka untuk mendengarkan kuliah saya dan dibimbing oleh saya, telah memungkinkan saya mengumpulkan angka kredit guna memenuhi persyaratan dalam pengusulan Guru Besar saya ini. Tanpa bantuan dari para tenaga administrasi, maka kegiatan akademik maupun proses kenaikan pangkat saya belum tentu dapat selancar yang saya alami. Terima kasih atas peran anda sekalian!

Kepada Prof. Dr. Lachmuddin Sya'rani, Prof. Dr. Soedarsono MS, Prof. Dr.dr. Soeharyo Hadisaputro SpPD., Prof. dr. Soebowo, yang telah memberikan saran perbaikan naskah pidato ini dan Prof. Drs. Sudjati, yang telah memberikan koreksi mengenai Bahasa Indonesia, saya sampaikan banyak terima kasih.

Kepada Almarhum Bapak dan Almarhumah Ibu Mertua Sindunatha, saya mengucapkan terima kasih atas dorongan semangat keimanan yang engaku berikan kepada kami sekeluarga dalam meniti kehidupan ini.

Untuk Damang/Ayah, Almarhum J. Hutabarat dan Inang/Ibu Herminta Pandjaitan yang sekarang berumur 83 tahun. Saya ingin mengungkapkan hal-hal berikut :

Dengan gaji seorang guru SMP yang kemudian meminta pensiun awal, engkau berwiraswasta berdua, bergelut untuk menyekolahkan kami, engkau mengajar kami agar kami setia dalam pekerjaan, engkau mengajar kami untuk jujur dalam kehidupan dan takut akan Tuhan, engkau mendidik kami untuk berdisiplin, engkau tidak meninggalkan harta untuk kami, tetapi kami harus belajar mencapai ilmu setinggi-tingginya, engkau berdua selalu hidup penuh semangat dan sederhana, namun engkau berdua selalu berbahagia

Kini dua anakmu menjadi Guru Besar, tujuh lainnya bekerja tanpa cela. Bahagialah wahai engkau ayah dan ibuku, Allah menerima iman ibadahmu.

Kepada Abang Drs. Parlindungan Hutabarat AptH. MM: sebagai putra tertua engkau mempunyai andil yang besar dalam membimbing kami guna melanjutkan cita-cita orang tua kita. Terima kasih abang atas segala pengorbananmu. Demikian pula kepada seluruh keluarga. Kakak/Abang (Lae) dan Adik-adikku, perhatian kalian terhadap saya yang hingga kini tetap saya rasakan telah saya gunakan sebagai kekuatan untuk setiap langkah maju saya.

Untuk Meike Sindunatha SH. istriku tercinta, melalui ungkapan kasih sayangmu, engkau selalu mendorong dan memberi semangat kepada saya untuk selalu maju dalam meniti karir di pekerjaan. hingga akhirnya saya dapat berdiri dihadapan sidang dan para hadirin yang terhormat guna menyampaikan Orasi Ilmiah ini. Terima kasih atas segala pengertian, ketabahan dan kesabaranmu.

Akhirnya untuk anak-anakku Gracely dan Nia. Walaupun engkau masih kecil tetapi Papa tahu bahwa engkau juga merasakan kebanagian yang diberikan oleh Tuhan kepada keluarga kita. Kalian berdua harus rajin dan giat belajar serta patuh sama Papa dan Mama. Mudah-mudahan kalian berdua kelak dapat mencontoh dan mengikuti seperti Papa atau bahkan melebihinya. Kiranya Tuhan memberkati hidup kalian agar kalian dapat berguna bagi sesama manusia, bangsa dan negara kita yang tercinta. Amin.

Hadirin yang saya muliakan,

Mengakhiri pidato pengukuhan ini saya mengucapkan terimakasih atas kesabaran hadirin sekalian dalam mendengarkan pidato saya ini dan mohon maaf yang sedalam-dalamnya apabila ada tutur kata saya yang kurang berkenan dihati Ibu dan Bapak sekalian. Saya mohon doa dan restu hadirin yang terhormat agar saya dapat melaksanakan tugas kewajiban sebagai Guru Besar dengan sebaik-baiknya.

Majalah Universitas Diponegoro Almamater yang tercinta.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu membimbing dan memberkati kita semua.

Sekian dan terima kasih

DAFTAR RUJUKAN

- o. Baxter, K.N. 1963. Abundance of postlarval shrimps - one index of future shrimping succes. *Proceeding of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 15th Annual Session: 79-87.
- o. Effendi, M.I., 1973. *Biologi Perikanan* Bagian Studi Natural History. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- o. Eldred, B., Williams, J., Martin, G.T., Joyce Jr, E.A. 1965. Seasonal distribution of penaeid larvae and postlarvae of the Tampa Bay, Florida. *Florida State B Contributions to Technology Series 44*: 1-47.
- o. Fleminger, A. and Clutter, R.I. 1965. Avoidance of towed nets by zooplankton. *Limnology and Oceanography* 10: 96-104.
- o. Garrison, T., 1993. *Oceanography. An Introduction to Marine Science*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. 540 pp.
- o. Hughes, D.A. 1969b. Response to salinity change as a tidal transport mechanism of pink shrimp *Penaeus duorarum*. *Biological Bulletin* 136: 43-53.
- o. Hughes, D.A. 1972. On the endogenous control of tide associated displacements of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Biological-Bulletin* 142: 271-280.
- o. Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia . 159 hal.
- o. Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1986. *Kunci Identifikasi Zooplankton*. Penerbit Universitas Indonesia. 98 hal.
- o. Hutabarat, S. 1987. *The Commercial Penaeidae Of North Central Java and Their Recruitment*. Liverpool University. Ph.D Thesis.

**DAFTAR
RUJUKAN**

- o Hutabarat, S., 1998. Hubungan Antara Kelimpahan Postlarva Udang penaeid Dengan Waktu siang malam, Pasang Surut dan periode bulan di perairan Jepara, Laut Jawa. *Ilmu Kelautan*. Hal 16 – 25.
- o Hutabarat, S., 2000. Produktivitas Perairan dan Plankton. Telaah Terhadap Ilmu Perikanan dan Kelautan. Badan penerbit Universitas Diponegoro. 61 hal.
- o Illahude, A.G., 1971. On The Occurrence of Upwelling In the Southern Makassar Strait. *Marine Research in Indonesia*. No. 10: 1 -53
- o Jones, A.C. Dimitriou, D.E., Ewald, J.J. and Tweedy, J.H. 1970. Distribution of early developmental stages of pink shrimp. *Penaeus duorarum*, in Florida waters. *Bulletin of Marine Science* 20: 634-661.
- o Mair, J.McD. 1979. *Identification and behaviour of postlarval penaeid shrimps from west Mexico*. Ph.D. Thesis. Department of Marine Biology, University of Liverpool. 72 pp.
- o Meadows, P.S. and J.L. Campbell, Marine Science. (London. Blackie. 1988)
- o Mohamed, K.H., Rao, V. and George, M.J. 1968 Postlarvae of penaeid prawns of southeast coast of India with a key to their identification. *FAO Fisheries Report* 57 (2): 487-503.
- o Noor-Hamid, S. 1976. The occurrence and abundance of shrimp fry at Jepara in 1975 and 1976. *Bulletin of Shrimp Culture and Research Centre II* (1+2): 158-168.
- o Prawirodihardjo, S., Poernomo, A., Noor-Hamid, S., Siswono, C. and Nugroho, J. 1975. Occurrence and abundance of prawn seed at Jepara. *Bulletin of Shrimp Culture and Research Centre I* (1): 19-26.
- o Ramakrishnaian, M. 1979. Observations on postlarvae incursions and fishery of penaeid prawn in Chilka Lake. *Journal Inland and Fisheries Society of India* 11 (2): 31-40.
- o Roessler, M.A. and Rehrer, R.G. 1971. Relation of catches of postlarval pink shrimp in Everglades National Park, Florida, to the

commercial catches on Tortugas grounds. *Bulletin Marine Science* 21: 790-805.

- o. Russel, F.S. 1928. The vertical distribution of marine macroplankton. VI. Further observation on diurnal changes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 15 (1): 81-104).
- o. Sidjabat., M., 1976. Pengantar Oceanography. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi. Institut Pertanian Bogor.
- o. Soeriaatmadja, R.E., 1956. Seasonal Fluctuation In The Surface Salinity Off The North Coast of Java. *Marine Research in Indonesia*. No.1 : 139-184
- o. Staples, D.J. 1980a. Ecology of juvenile and adolescent banana prawn, *Penaeus merguensis*. in a mangrove estuary and adjacent off-shore area of the Gulf of Carpentaria. I. Immigration and settlement of postlarvae. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 31: 635-652.
- o. Staples, D.J. and Vance, D.J. 1985. Short-term and long-term influences on the immigration of postlarval banana prawns *Penaeus merguensis*. into a mangrove estuary of the Gulf of Carpentaria, Australia. *Marine Ecology Progress Series* 23: 15-29.
- o. Subrahmanyam, M. and Rao, K.J. 1968. Observations on the postlarval prawn (Penaeidae) in the Pulicat Lake with notes on their utilization in the capture and culture fisheries. *Proceeding of the Indo Pacific Fisheries Council* 13 (2): 113-127.
- o. Subrahmanyam, C.B. 1976. Tidal and diurnal rhythms of locomotory activity and oxygen consumption in the pink shrimp, *Penaeus duorarum*. *Contributions to Marine Science* 20 : 124-132.
- o. Tabb, D.C., Dubrow, D.L. and Manning, R.B. 1962. Studies on the biology of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in Everglades National Park, Florida. *Florida State Board Conservation, Technical Series*, 37, 32 pp.
- o. Temple, R.F. and Fisher, C.C. 1965. Vertical distribution of planktonic stages of penaeid shrimp. *Publications of Institute of Marine Science, University of Texas* 10: 59-67.

- o. Watkins, J.L. 1980. *The Immigration of postlarval penaeid shrimp into a lagoon system on the Pacific coast of Mexico*. Ph.D Thesis, Department of Marine Biology, University of Liverpool. 99 pp.
- o Verwey, J. 1929. *Depth of Coral Reef and Penetration of Light. With Notes on Oxygen Consumption of Corals*. Proc. 4th Pacific Science Congress, Batavia-Bandung (Java). May-June 1929. 1-23.
- o Wyrski, K., 1960. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. The University of California Scripps Institution of Oceanography La Jolla
- o Young, P.C. and Carpenter S.M. 1977. Recruitment of postlarval penaeid prawns to nursery areas in Moreton Bay, Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 28: 745-773.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Keterangan Perorangan

1. Nama Lengkap : Prof. Dr.Ir. Sahala Hutabarat M.Sc
 2. NIP : 130 529 422
 3. Tempat dan Tanggal Lahir : Semarang, 10 Agustus 1949
 4. Pangkat/Golongan Ruang : Pembina Tk. 1/ IV-b
 5. Jabatan Terakhir : Guru Besar Madya
 6. Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro (UNDIP).
 7. Jenis Kelamin : Laki-laki
 8. Agama : Kristen Protestan
 9. Alamat Rumah : Jalan Sronдол Asri Blok C/17
Semarang 50263
 10. Pendidikan terakhir : Doctor of Philosophy (PhD/S3)
- Nama Istri : Meike Tuti Rinawati Sindunata S.H
Nama Anak : 1. Oithona Gracelia Rouli Hutabarat
2. Calenia Letitia Rismauli Hutabarat

II. Riwayat Pendidikan Formal:

Sekolah Dasar dan Lanjutan

1. Sekolah Dasar Kristen Gergaji, Semarang, tamat tahun 1962
2. Sekolah Lanjutan Pertama Masehi I Sidodadi Semarang, tamat tahun 1965
3. Sekolah Lanjutan Atas Masehi I Dr. Cipto Semarang, tamat tahun 1968

Perguruan Tinggi

1. Program Sarjana Muda Perikanan, UNDIP, lulus tahun 1975
2. Program Sarjana Perikanan, UNDIP, lulus tahun 1977
3. Program Master of Science, Oseanografi dan Plankton,

University of Newcastle Upon Tyne, Inggris, lulus tahun 1983

4. Program Doktor of Philosophy, Biologi Oseanografi, University of Liverpool, Inggris, lulus tahun 1987

III. Riwayat Pelatihan/Kursus Tambahan

Dalam Negeri :

1. Kursus Intensive Bahasa Inggris di British Council, Jakarta, 1980
2. Penataran Pedoman Penghayatan dan Pengamalan Pancasila (P-4) di Semarang, 1980
3. Penataran Rekonstruksi Kuliah, Universitas Diponegoro, 1987
4. Penataran Administrasi Akademik, IKIP, Semarang, 1988
5. Penataran Administrasi dan Keuangan Asian Development Bank, Jakarta, 1989.
6. Pelatihan Percepatan Pendidikan Kewirausahaan (*Entrepreneuership*), Universitas Diponegoro, 1999.

Luar Negeri :

1. Coastal Area Management Education in the ASEAN Region, Singapore, 1991.
2. Short Course on Advances in Environmental Ecotechnology (AEE), 1994.
Infrastructure Hydraulics Environment Delf, the Netherlands

IV. Riwayat Kepegawaian/Jabatan Fungsional

Sebagai Dosen pada Jurusan Perikanan, UNDIP dalam Mata Kuliah Oseanografi sejak tahun 1976 sampai sekarang.

- a. Calon PNS/Assisten Muda (II/b), tahun 1976
- b. Pengatur Muda Tingkat I (II/b)/Assisten Muda, tahun 1977
- c. (III/a)/Assisten Ahli Madya, tahun 1978
- d. (III/b)/Assisten Ahli (III/b), tahun 1980
- e. (III/c)/Lektor Muda, tahun 1984

(III/d)/Lektor Madya, tahun 1987

- g. Pembina (IV/a)/Lektor, tahun 1990
- h. Pembina Tingkat I (IV/b)/Lektor Kepala, tahun 1998
Pembina Tingkat I (IV/b)/Guru Besar Madya tahun 2000

V. Riwayat Pekerjaan/Jabatan Struktural

- a. Ketua Badan Pengelola Program Studi Ilmu Kelautan UNDIP tahun 1987 – 1995
- b. Ketua Local Project Implementation Unit (LPIU) – Marine Science Education Project, Ditjen Dikti-Depdikbud/UNDIP, tahun 1989 - 1992
- c. Sekretaris Tim Pengarah Proyek Pengembangan Pendidikan Ilmu Kelautan, Ditjen Dikti, Jakarta, tahun 1989-1992
- d. Pemimpin Proyek Pengembangan Pendidikan Ilmu Kelautan (Marine Science Education Project) Ditjen Dikti, Depdikbud, Jakarta tahun 1992 – 1994
- e. Pembina Badan Pengelola Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, tahun 1995-1996
- f. Kepala Laboratorium Ilmu Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro tahun 1998 – 2000.
- g. Ketua Jurusan Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro tahun 2000 – sampai sekarang

VI. Keanggotaan/Kepengurusan Dalam Organisasi Profesi :

- a. Marine Biological Association of the United Kingdom, Full Member
- b. Asian Fisheries Society, Full Member
- c. Networks of Fisheries Scientist, Full Member
- d. Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (ISPIKANI), Anggota
- e. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI), Anggota
- f. Dewan Pakar Pelaut Muda Indonesia (PELMI), Jakarta
- g. Dewan Pakar Lembaga Pengkajian dan Informasi Pembangunan Bahari (LPIPB), Jakarta

VII. Pengalaman Penelitian (10 tahun terakhir):

VII.1. Kelompok

- a. Sahala Hutabarat dan Tony Bachtiar, 1990. Kondisi Hidrologi dan Sedimentasi Daerah Teluk Ratai Lampung, Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Diponegoro
- b. Sahala Hutabarat dan Tony Bachtiar, 1990. Pola Pasang Surut Daerah Jepara, Proyek Pengembangan Pendidikan Ilmu Kelautan, Ditjen Dikti-Depdikbud, Jakarta.
- c. Sahala Hutabarat dan Bambang Sulardiono. 1991. Pengukuran Fluktuasi Air Di Sekitar Tambak Jepara. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Diponegoro.
- d. Sahala Hutabarat dan Bambang Sulardiono. 1991. Studi Tentang Hubungan Komposisi Zooplankton Dengan Banyaknya Air Yang Disaring Berdasarkan Perbedaan Kondisi Perairan Terbuka dan Tertutup Enceng Gondok di Rawa Pening Jawa Tengah.
- e. Sahala Hutabarat dan Delianis Pringgenis, 1992. Analisa Lamun (*seagrass*) Sebagai Salah Satu Indikator Pencemaran Logam Berat di Laut. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Diponegoro.
- f. Sahala Hutabarat, Retno Hartati dan Ria Azizah. 1994. Pengaruh Pengkayaan Nilai Nutrisi *Artemia salina* Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Kakap (*Lates calcarifer*). Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

VII.2. Mandiri (Sahala Hutabarat)

- a. Penelitian Potensi Sumberdaya alam disekitar perairan Jepara Kepulauan Karimunjawa, 1993

- b. The Species of *Metapenaeus* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) From Tambaks North Java, 1994
- c. Potensi Sumberdaya Alam disekitar Perairan Jepara, 1994
- d. Pengukuran Kualitas Air disekitar Tambak, Jepara, 1994
- e. Postlarvae and Juveniles of *Penaeus* and *Metapenaeus*
- f. (Penaeid, Decapoda, Natantia) From The Java Sea, 1995
- g. Kelimpahan Larva Udang di tambak sekitar perairan Jepara, 1996
- h. Pengaruh padat penebaran postlarva udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, Decapoda, Penaeidae) terhadap pertumbuhannya, 1997
- i. Kondisi Hidrografi Perairan Pantai Laut Jawa, 1997

VIII. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat

- a. Penanaman Kembali Pohon Mangrove Disepanjang Pantai Kaliwungu, Kendal
- b. Penyuluhan Desa Nelayan di Morodemak, Demak
- c. Menulis di koran (Wawasan, Suara Merdeka, Kompas, Suara Pembaruan)

IX. Publikasi

IX.I. Nasional

- a. Sahala Hutabarat dan Stuart Evans. 1991. Pengantar Oseanografi, Cetakan Kelima. Universitas Indonesia Press. 159 halaman. ISBN 979-8034-10-5
- b. Sahala Hutabarat dan Stuart Evans. 1991. Kunci Identifikasi Tropikal Zooplankton, Cetakan Ketiga, Universitas Indonesia Press, 98 halaman. ISBN 979 - 8034- 15-5

- Sahala Hutabarat. 1995. **Peran Universitas Diponegoro Dalam Meningkatkan Kualitas Sumberdaya Manusia (Dalam Bidang Kelautan)**. Halaman 333 – 344. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. ISBN 979-8347-81-1
- d. Sahala Hutabarat. 1995. **The Commercial of Penaeidae Prawn (Crustacea, Decapoda) From The North Coast of Central Java**. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. 110 halaman. ISBN. 979-8347-943
- e. Sahala Hutabarat. 1995. **Postlarvae and Juveniles of *Penaeus* and *Metapenaeus* (Penaeidae, Decapoda, Natantia) From The Java Sea**. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. 55 halaman. ISBN 979-8347-951.
- f. Sahala Hutabarat, 1999. **The Distribution of Postlarvae of Penaeidae (Crustacea, Decapoda) in the North Coast of Central Java**. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang. 51 halaman. ISBN 979-9156-59-9. 1999
- g. Sahala Hutabarat. 2000. **Produktivitas Perairan dan Plankton. Telaah Terhadap Ilmu Perikanan dan Ilmu Kelautan**. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang. 61 halaman. ISBN 979-9156-53-X

IX.2. International

- a. Edmunds, P.J., Evans, S.M., Hutabarat, S. and Soedarsono, P. 1983. Preliminary observations on predator/prey relationships between chaetognaths and copepods in the Java Sea. *Marine Behaviour and Physiology* 10: 97-102
- b. Hutabarat, S., 1991. Marine Science Education Development Program with Special Field Study on the Use of Marine Resources : Diponegoro

University, Indonesia. P. 13-18 In T.E. Chua (ed). Coastal Area Management Education in the ASEAN Region. ICLARM Conference Proceedings 29, 92 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines

- c Hutabarat, S. 1994. The Species of *Metapenaeus* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) From Tambaks of North Java. Proceedings of Second International Symposium on Marine Science. Exploitation of Marine Resources. Korea

X Seminar/Pertemuan Ilmiah//Workshop Dalam dan Luar Negeri (10 tahun terakhir).

X.1. Dalam negeri

- Seminar GBHN 1993-1998 di Jakarta, 1993 (Penyusun konsep)
- Seminar Benua Maritim, 1996 di Jakarta dan Makassar (Penyusun Konsep)
- Seminar Nasional Persatuan Pelaut Muda Indonesia (PELMI), 1994, 1996, 1999 di Jakarta, (Pembawa makalah)
- Seminar BAPPEDAL Prop. Jateng, 2000 (Pembawa makalah)
- Seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Potensi Jiwa Bahari Untuk Sebesar-besarnya Kemakmuran dan Kesejahteraan Bangsa. LPIP. Jakarta. 2000 (Pembawa makalah)

X.2. Luar Negeri (sebagai peserta/pembawa makalah)

- Hawaii, 1990. Tropical Oceans Global Atmosphere Conference/Peserta
- Singapore, 1991. Coastal Area Management Education in the ASEAN Region (Pembawa Makalah)

New Caledonia, 1992. Indo Pasific Fisheries Council
Conference

(Peserta)

Jepang, 1992. Seminar on Tropical Fisheries Biodiversity,
Ocean Research Institute, Tokyo (Peserta)

Korea, 1994. Seminar on Exploitation of Marine
Resources, Cheju

Island (Pembawa Makalah)

Hongkong, 1994. ASAHIL (Peserta)

XI Tanda Penghargaan :

1. Peran Serta Pada Seminar dan Lokakarya Pembangunan Aspek Kelautan Di Indonesia Bagian Timur sampai dengan Repelita VII dari Menteri Pertahanan dan Keamanan Republik Indonesia, 1990.
2. Bintang Satyalancana Dwidya Sistha dari Menteri Pertahanan Keamanan Panglima Angkatan Bersenjata Republik Indonesia, sebagai guru/instruktur pada Lembaga Pendidikan ABRI, 1998

Semarang, April 2001

Sahala Hutabarat

