

## **ANALISIS SPASIAL POTENSI KAWASAN BUDIDAYA LAUT DI PROVINSI MALUKU UTARA DENGAN APLIKASI DATA PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**I Nyoman Radiarta, Achmad Sudradjat, dan Endhay Kusnendar**

Pusat Riset Perikanan Budidaya  
Jl. Ragunan 20, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540  
E-mail: [radiarta@cria.indosat.net.id](mailto:radiarta@cria.indosat.net.id)

*(Naskah diterima: 31 Agustus 2009; Disetujui publikasi: 26 April 2010)*

### **ABSTRAK**

Provinsi Maluku Utara merupakan provinsi kepulauan dengan jumlah pulau baik besar maupun kecil mencapai 395 buah. Dengan luas lautan yang dominan (sekitar 76%) menjadikan provinsi ini berpotensi bagi pengembangan budidaya laut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis spasial potensi kawasan budidaya laut dengan menggunakan data penginderaan jauh (inderaja) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: lingkungan perairan (kedalaman perairan, klorofil-a, dan suhu permukaan laut), infrastruktur (pelabuhan perikanan) dan sebaran penduduk. Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa total luasan potensi kawasan budidaya laut di Maluku Utara masing-masing adalah 5.923 km<sup>2</sup> untuk budidaya rumput laut, 5.243 km<sup>2</sup> untuk budidaya ikan dan 3.512 km<sup>2</sup> untuk budidaya kekerangan. Kabupaten Halmahera Selatan merupakan kabupaten yang memiliki potensi kawasan budidaya laut terbesar yaitu: 2.114 km<sup>2</sup> untuk budidaya rumput laut, 1.719 km<sup>2</sup> untuk budidaya ikan dan 1.441 km<sup>2</sup> untuk budidaya kekerangan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi data dasar perencanaan lebih lanjut untuk pengembangan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara.

**KATA KUNCI:** budidaya laut, penginderaan jauh, SIG, Maluku Utara

**ABSTRACT:** *Spatial analysis of potential marine aquaculture area in North Maluku Province using remotely sensed data and geographic information system. By: I Nyoman Radiarta, Achmad Sudradjat, and Endhay Kusnendar*

*North Maluku Province is an archipelagic province consisting of 395 islands (big and small islands). Sea water covers approximately about 76% of Maluku's area and that resource could potentially be used for marine aquaculture development. The aim of this study was to conduct a spatial analysis for the potential marine aquaculture area using remotely sensed data and Geographic Information System (GIS). The primary data used in this study included environmental conditions (such as water depth, chlorophyll-a concentration and sea surface temperature), infrastructure (fishing port) and settlements. The result from spatial analysis shows that total potential areas for marine aquaculture activities i.e. seaweed culture, marine fish culture, and shellfish culture are 5,923 km<sup>2</sup>, 5,243 km<sup>2</sup>, and 3,512 km<sup>2</sup>, respectively. Among areas within this province, South Halmahera Regency had the highest potential marine aquaculture area: 2,114 km<sup>2</sup> for seaweed culture, 1,719 km<sup>2</sup> for marine fish culture and 1,441 km<sup>2</sup> for shellfish culture. Finally, findings from this research could be used as a baseline data for further planning and development of marine aquaculture in North Maluku Province.*

**KEYWORDS:** *mariculture, remote sensing, GIS, North Maluku*

## PENDAHULUAN

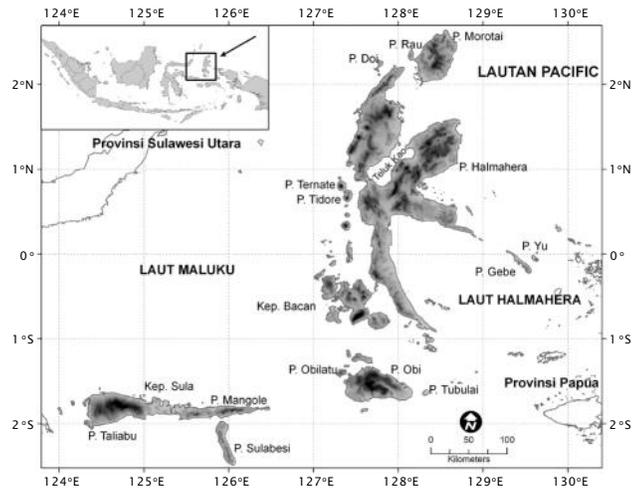
Indonesia dengan karakteristik geografis yang memiliki banyak pulau-pulau kecil, selat, teluk, estuarin, dan pantai berpasir merupakan potensi alam yang ideal bagi pengembangan budidaya laut. Dengan besarnya potensi yang dimiliki tersebut diharapkan dapat memberikan hasil perikanan budidaya yang maksimal. FAO Fisheries and Aquaculture Department (2009) melaporkan bahwa, pada tahun 2006 Indonesia merupakan sepuluh besar penghasil produk perikanan budidaya di dunia (berada di urutan kelima setelah Cina, India, Vietnam, dan Thailand) dengan total produksi mencapai 1.292.899 ton. Produksi perikanan budidaya di Indonesia pada tahun 2007 menunjukkan bahwa budidaya laut merupakan penyumbang terbesar yaitu sekitar 1.493.533 ton atau sekitar 48% dari total produksi perikanan budidaya (FAO, 2009). Untuk mempertahankan tingkat produksi dan memastikan keberlanjutan usaha budidaya laut, maka data dan informasi tentang potensi kawasan (kelayakan lahan) sangatlah diperlukan. Ketersediaan data potensi ini dapat membantu pengambil keputusan dalam rangka memanfaatkan dan menghindari (meminimalkan) konflik kepentingan serta menghindari penurunan kualitas lingkungan demi keberlanjutan usaha budidaya laut (GESAMP, 2001).

Maluku Utara sejak terpisah dari Provinsi Maluku tahun 1999 dan menjadi provinsi sendiri, telah menunjukkan kontribusi hasil perikanan yang cukup besar terutama produksi perikanan tangkap. Dengan proporsi luasan wilayah laut yang cukup besar, sekitar 76% dari seluruh total wilayah provinsi (Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, 2008), merupakan satu potensi alam besar bagi peningkatan produksi perikanan baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya. Namun sayangnya potensi yang cukup besar tersebut belum dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pengembangan kegiatan budidaya laut. Tahun 2006, total produksi perikanan budidaya laut dari provinsi ini hanya mencapai 714 ton (Ditjen Perikanan Budidaya, 2007). Untuk meningkatkan produksinya, ketersediaan data dan informasi potensi kawasan budidaya laut tentunya sangat diperlukan. Data tersebut dapat dipakai sebagai landasan awal dalam mendukung pengelolaan dan pengembangan budidaya laut.

Pengelolaan perikanan budidaya (laut, payau, dan tawar) yang berkelanjutan harus didukung dengan ketersediaan data dan informasi yang akurat, di antaranya data potensi kawasan. Kajian potensi kawasan budidaya laut harus mempertimbangkan berbagai aspek, meliputi lingkungan perairan (parameter fisika, biologi, dan ekologi), sosial, ekonomi, dan infrastruktur (fasilitas penunjang). Kajian tersebut dapat dilakukan untuk berbagai lokasi penelitian yang berskala lokal (teluk, selat), regional (pulau, perairan provinsi), ataupun nasional. Analisis potensi kawasan seringkali memanfaatkan data penginderaan jauh (inderaja). Secara umum, data inderaja merupakan sumber data bagi analisis spasial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penggabungan data inderaja dan SIG dapat meningkatkan cakupan wilayah yang diestimasi baik secara *spatial* dan *temporal*. Aplikasi inderaja dan SIG untuk perikanan budidaya telah banyak berkembang dan dipublikasikan (Kapetsky & Anguilar-Manjarrez, 2007). Aplikasi di bidang perikanan budidaya telah mencakup berbagai jenis komoditas (rumput laut, ikan laut, dan moluska) dengan berbagai macam topik kajian di antaranya kelayakan lahan dan zonasi (Simms, 2002; Pérez *et al.*, 2005; Buitrago *et al.*, 2005; Radiarta *et al.*, 2008), pengaruh kegiatan budidaya terhadap lingkungan perairan (Pérez *et al.*, 2002; Corner *et al.*, 2006), perencanaan perikanan budidaya terhadap pengguna lahan lainnya (Chang *et al.*, 2005; Longdill *et al.*, 2008), dan inventarisasi/pemantauan kegiatan perikanan budidaya serta lingkungannya (Goulletquer & Le Moine, 2002; Bacher *et al.*, 2003; Carswell *et al.*, 2006). Dengan memadukan ketersediaan data inderaja dan SIG tentunya akan memberikan hasil analisis spasial yang sangat berguna bagi pengelolaan perikanan budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kawasan pengembangan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara. Analisis dilakukan secara spasial dengan memanfaatkan data inderaja dan SIG.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilakukan di Provinsi Maluku Utara (Gambar 1). Lokasi penelitian terbentang pada posisi 3° Lintang Utara - 3° Lintang Selatan dan 124°-130° Bujur Timur. Provinsi Maluku Utara merupakan provinsi kepulauan yang terdiri atas 395 buah pulau (64 pulau telah dihuni dan 331 pulau tidak



Gambar 1. Lokasi penelitian di Provinsi Maluku Utara  
Figure 1. The study area of North Maluku Province

dihuni), dengan total luasan mencapai 140.366 km<sup>2</sup>. Dari total luasan tersebut, sebagian besar dikelilingi oleh laut dengan luas mencapai 106.952 km<sup>2</sup> dan sisanya adalah wilayah daratan sebesar 33.413 km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, 2008). Banyaknya pulau baik besar maupun kecil dan luasnya kawasan laut dan pesisir yang dimiliki, menjadikan provinsi ini berpotensi untuk pengembangan budidaya laut.

Kajian potensi kawasan budidaya laut ini dilakukan atas permintaan pemerintah daerah (Pemda) Provinsi Maluku Utara melalui Dinas Kelautan dan Perikanan Maluku Utara. Pengumpulan data lapangan dilakukan melalui diskusi dengan Pemda Provinsi Maluku Utara (di antaranya Dinas Kelautan dan Perikanan dan instansi terkait lainnya) yang telah dilaksanakan pada bulan Juli 2009. Data yang dikumpulkan meliputi laporan dan data statistik perikanan. Selain diskusi, tinjauan langsung ke lapangan telah pula dilakukan terutama di sekitar perairan Pulau Ternate dan Pulau Tidore. Luasnya kawasan laut dan pesisir yang dimiliki oleh provinsi ini, menjadikan satu kendala untuk dapat mengumpulkan data lapangan yang mencakup seluruh provinsi. Oleh sebab itu, analisis yang dilakukan pada penelitian ini bersifat kajian secara umum (*global assessment*). Untuk dapat mencakup seluruh wilayah penelitian, kajian ini memanfaatkan ketersediaan data penginderaan jauh (inderaja). Parameter penting

bagi kegiatan budidaya laut diperoleh dari berbagai sumber data (Tabel 1).

Data spasial yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: (1) batas administrasi dan garis pantai, (2) klorofil-a, (3) suhu permukaan laut, (4) infrastruktur (pelabuhan perikanan), dan (5) sebaran penduduk (Tabel 1). Untuk mengurangi biaya yang dibutuhkan dan untuk memastikan metode yang digunakan dapat diaplikasikan secara umum, hanya data yang dapat di-*download* secara bebas (gratis) yang digunakan di penelitian ini.

Data konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di-*download* dari NOAA CoastWatch. Kedua data tersebut adalah data bulanan yang dikumpulkan selama 4 tahun (tahun 2004-2007) dengan total data sebanyak 48 bulan. Data konsentrasi klorofil-a memiliki spasial resolusi sekitar 9 km, sedangkan data suhu permukaan laut sekitar 4 km. Dari total data yang terkumpul (48 data), kemudian dirata-ratakan secara klimatologi untuk melihat kondisi umum sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut di perairan Provinsi Maluku Utara. Kemudian nilai rata-rata dari masing-masing data tersebut dilihat kesesuaiannya bagi budidaya laut (rumput laut, ikan laut, dan kekerangan). Kedalaman perairan merupakan data dasar yang sangat penting bagi kegiatan budidaya laut. Data kedalaman di-*download* dari GEBCO website dengan resolusi 30 arc detik. Kedalaman perairan yang dianalisis dibatasi

Tabel 1. Jenis dan sumber data yang digunakan untuk kajian potensi kawasan budidaya laut  
 Table 1. Data types and sources used for assessing potential mariculture areas

Data Data	Tipe Types	Resolusi Resolution	Sumber Sources	Internet site Website
Peta dasar Basemap	Vector	1 km	International Steering Committee for Global Mapping	www.iscgm.org/cgi-bin/fswiki/wiki.cgi
Klorofil-a Chlorophyll-a	Raster	9 km	NOAA CoastWatch, West Coast Node	http://coastwatch.pfel.noaa.gov
Suhu permukaan laut Sea surface temperature	Raster	4 km	NOAA CoastWatch, West Coast Node	http://coastwatch.pfel.noaa.gov
Kedalaman Bathymetry	Raster	30 arc detik	General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)	https://www.bodc.ac.uk/data/online_delivery/gebc0/#map
Pelabuhan perikanan Fishing port	Vector		Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara	
Sebaran penduduk Settlement	Vector	1 km	International Steering Committee for Global Mapping	www.iscgm.org/cgi-bin/fswiki/wiki.cgi

sampai pada kedalaman 100 m. Hal ini disebabkan umumnya kegiatan budidaya laut yang berkembang di Indonesia masih tergolong tradisional atau semi modern dan berlokasi dekat dengan pantai (pesisir). Data kedalaman ini kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kesesuaiannya untuk budidaya laut.

Selain data kondisi lingkungan perairan, data infrastruktur dan sebaran penduduk juga dikumpulkan. Infrastruktur penunjang kegiatan budidaya laut berupa pelabuhan perikanan diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara dalam bentuk peta *hardcopy*. Peta tersebut kemudian diimpor ke SIG melalui tahapan digitasi. Data sebaran penduduk di-*download* dari *International Steering Committee for Global Mapping*.

Pada penelitian ini, data inderaja dianalisis dengan menggunakan Erdas Image 8.5 (ERDAS Atlanta, GA, USA). Selanjutnya analisis spasial (SIG) dilakukan dengan menggunakan ArcGIS 9.3 (The Environmental System Research Institute, USA). Analisis SIG meliputi: *clipping*, *overlaying*, klasifikasi data, penggabungan data, dan penghitungan luasan potensi kawasan.

## HASIL DAN BAHASAN

### Kondisi Umum Perikanan Budidaya

Keunikan geografi Provinsi Maluku Utara menjadikan wilayah ini kaya akan produk perikanan khususnya perikanan laut (tangkap). Berbagai jenis ikan dapat ditemukan di perairan Maluku Utara. Produksi perikanan laut di provinsi ini mencapai 131.678 ton di tahun 2007 (Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, 2008). Selain perikanan tangkap sebagai *prime mover* pembangunan kelautan dan perikanan di Provinsi Maluku Utara, perikanan budidaya juga merupakan salah satu bidang yang dapat menggerakkan pertumbuhan ekonominya. Luasnya kawasan pesisir dan laut dengan kondisi lingkungan perairan yang baik memungkinkan untuk dikembangkannya berbagai jenis kegiatan budidaya laut diantaranya ikan laut (kerapu), rumput laut, dan kerang mutiara. Sampai saat ini optimalisasi dan produktivitas perikanan budidaya di Provinsi Maluku Utara masih tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat dari potensi areal yang ada dibandingkan dengan perkembangan luas areal budidaya yang telah dimanfaatkan dan produksi yang telah dicapai.

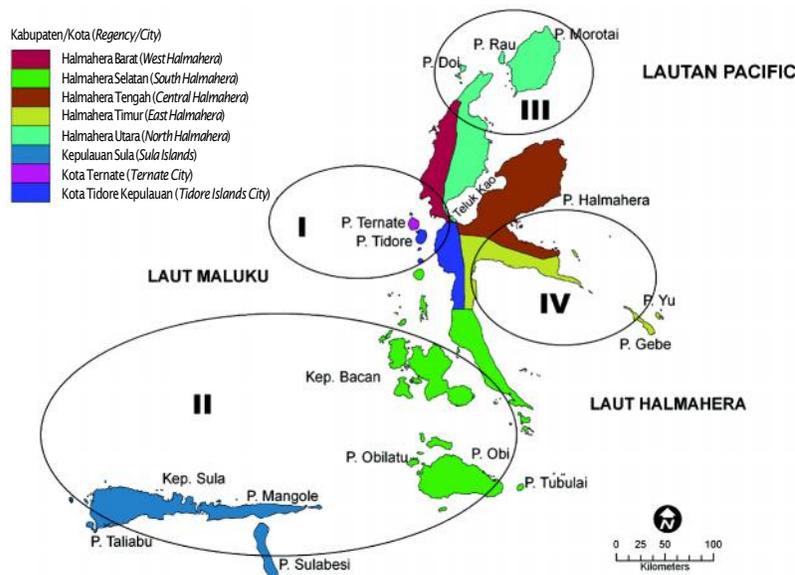
Untuk mendukung peningkatan produksi perikanan budidaya (laut, payau, dan tawar), Provinsi Maluku Utara telah membagi wilayahnya menjadi 4 wilayah pengembangan perikanan budidaya (Gambar 2, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara, 2009):

1. Wilayah pengembangan I, yang berpusat di Kota Ternate, diperuntukkan sebagai wilayah pengembangan budidaya air tawar dan air payau. Daerah pengembangannya meliputi Kota Ternate, Kota Tidore Kepulauan, dan Halmahera Barat.
2. Wilayah pengembangan II, yang berpusat di Pulau Bacan (Halmahera Selatan), diperuntukkan sebagai wilayah pengembangan budidaya laut. Daerah pengembangannya meliputi Kepulauan Sula dan Halmahera Selatan.
3. Wilayah pengembangan III, berbasis pada dua lokasi yaitu Tobelo dan Morotai. Wilayah ini lebih dikembangkan kearah perikanan budidaya laut dan air tawar.
4. Wilayah pengembangan IV, yang berpusat di Pulau Gebe, lebih diperuntukkan untuk kegiatan budidaya air tawar. Daerah pengembangannya meliputi Halmahera Tengah dan Halmahera Timur.

Faktor utama yang menjadi pendukung pembagian wilayah pengembangan ini adalah (1) memiliki kawasan potensi pengembangan perikanan budidaya (laut, payau, dan tawar), (2) ketersediaan infrastruktur perikanan (balai benih air tawar dan dempon tambak di Jailolo, Halmahera Barat, laboratorium pengujian dan pembinaan mutu hasil perikanan, balai benih ikan pantai di Bacan, Halmahera Selatan, dan balai budidaya air laut), dan (3) terdapatnya sarana dan prasarana meliputi transportasi laut dan udara serta ketersediaan air tawar.

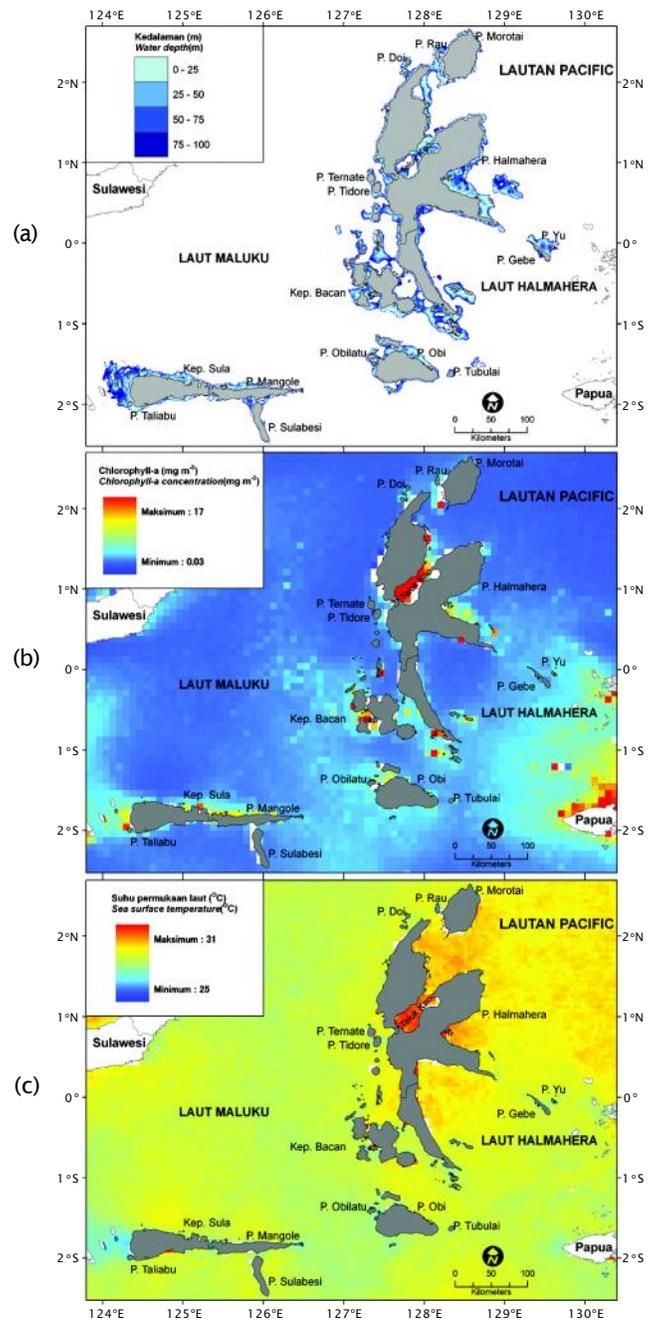
### Kondisi Lingkungan Perairan

Secara umum kondisi lingkungan perairan di Provinsi Maluku Utara berada pada kisaran yang cukup baik untuk kegiatan budidaya laut. Perairan sekitar pulau menunjukkan tingkat kecerahan yang cukup tinggi, hal ini sangat mendukung bagi biota yang dibudidayakan (rumput laut, ikan, dan kekerangan). Sebaran spasial tiga parameter lingkungan (kedalaman, klorofil-a, dan suhu permukaan laut) yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta wilayah pengembangan perikanan budidaya di Provinsi Maluku Utara

Figure 2. Map of aquaculture development areas in North Maluku Province



Gambar 3. Kondisi lingkungan perairan meliputi: (a) kedalaman (m), (b) chlorophyll-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ), dan (c) suhu permukaan laut ( $^{\circ}\text{C}$ ) di Provinsi Maluku Utara

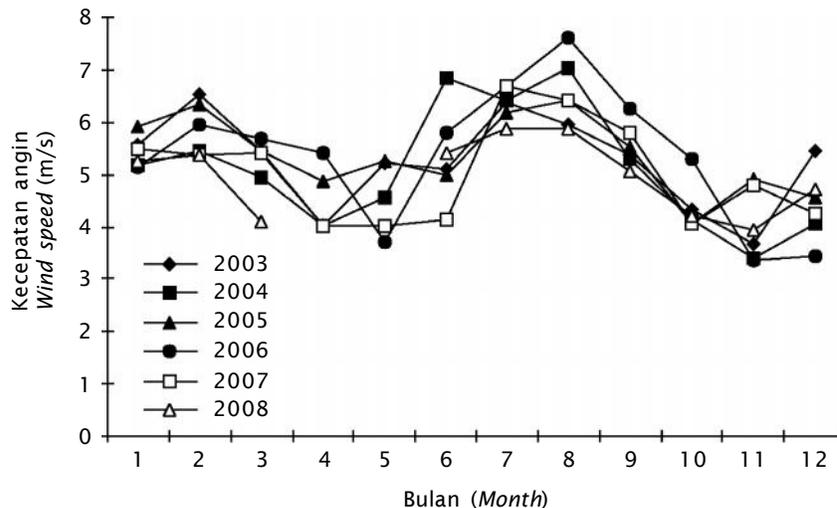
Figure 3. Parameters of environmental conditions: (a) water depth (m), (b) chlorophyll-a concentration ( $\text{mg m}^{-3}$ ), and (c) sea surface temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) in North Maluku Province

Kondisi kedalaman perairan di Provinsi Maluku Utara dapat dikategorikan sebagai pembatas kegiatan budidaya laut. Daerah pesisir di provinsi ini umumnya mempunyai tingkat keterjalan yang cukup tinggi yang ditandai dengan dalamnya perairan yang ditemukan tidak jauh dari garis pantai (Gambar 3a). Dari klasifikasi data kedalaman yang dianalisis menggunakan data GEBCO menunjukkan bahwa perairan barat Pulau Halmahera lebih dalam dibandingkan dengan perairan timurnya (Gambar 3a). Perairan yang cukup landai ditemukan di bagian barat Pulau Taliabu (Kabupaten Kepulauan Sula), Pulau Bacan dan Pulau Obi (Kabupaten Halmahera Selatan). Optimal kedalaman untuk berbagai jenis budidaya laut (rumput laut, ikan, dan kekerangan) cukup bervariasi. Ideal kedalaman untuk budidaya rumput laut dengan teknik *long line* adalah <20 m, untuk budidaya ikan sekitar 5-30 m, dan untuk budidaya kekerangan dengan *long line* sekitar 25-50 m. Dalam analisis spasial potensi kawasan di perairan Maluku Utara, kedalaman perairan dibatasi sampai kedalaman 100 m. Pendugaan potensi kemudian disesuaikan dengan kedalaman optimum bagi masing-masing biota yang dibudidayakan.

Tingkat kesuburan perairan yang ditandai dengan konsentrasi klorofil-a di perairan

Provinsi Maluku Utara cukup bervariasi (Gambar 3b). Data rata-rata konsentrasi klorofil-a selama 4 tahun (tahun 2004-2007) di Perairan Maluku Utara menunjukkan bahwa konsentrasi yang cukup tinggi ditemukan di sekitar Teluk Kao, Pulau Bacan, Pulau Obilatu, dan Kepulauan Sula. Tingkat konsentrasi yang cukup tinggi ini tentunya akan menjadi sumber makanan alami (*phytoplankton*), untuk mendukung kegiatan budidaya laut khususnya kekerangan. Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa pertumbuhan moluska sangat berhubungan (korelasi positif) dengan ketersediaan fitoplankton (Tomaru *et al.*, 2002; Bacher *et al.*, 2003).

Kisaran suhu perairan akan mempengaruhi biota yang dibudidayakan. Budidaya ikan laut khususnya ikan kerapu memerlukan kisaran suhu perairan yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan ikan tersebut. Suhu perairan dengan kisaran 24°C-31°C merupakan kisaran optimal untuk budidaya ikan kerapu (Yoseda *et al.*, 2006; Langkosono, 2007). Untuk budidaya rumput laut kisaran suhu optimum adalah sekitar 26°C-30°C (Mubarak *et al.*, 1990). Di perairan Maluku Utara, suhu permukaan laut rata-rata selama 4 tahun (tahun 2004-2007) menunjukkan kisaran yang baik untuk kegiatan budidaya laut, yaitu 25°C-31°C (Gambar 3c). Suhu permukaan laut yang cukup tinggi



Gambar 4. Kecepatan angin ( $m s^{-1}$ ) bulanan tahun 2003-2008 di sekitar perairan Provinsi Maluku Utara

Figure 4. Monthly wind speed ( $m s^{-1}$ ) from 2003 to 2008 in waters of North Maluku Province

umumnya ditemukan di timur Pulau Halmahera, sedangkan suhu dengan kisaran rendah ditemukan di bagian barat Pulau Taliabu, Kepulauan Sula.

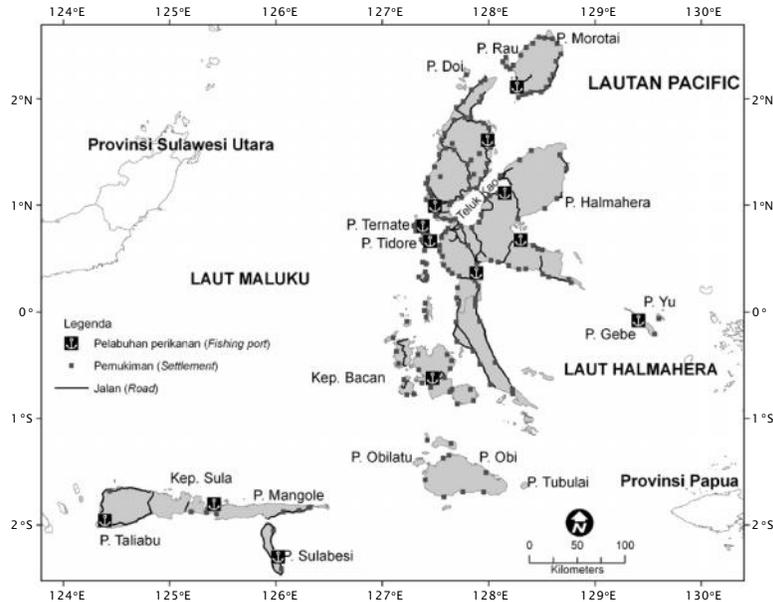
Pemanfaatan data indera berupa klorofil-a dan suhu permukaan laut untuk kajian potensi kawasan ataupun tingkat kelayakan lahan telah diaplikasikan untuk budidaya laut (Pérez *et al.*, 2005; Sulma & Manoppo, 2008; Radiarta *et al.*, 2008). Kedua data tersebut umumnya dapat diperoleh secara bebas (di-*download* dari internet) untuk resolusi yang rendah (> 4 km). Data dengan resolusi tersebut dapat dimanfaatkan untuk kajian berskala regional ataupun nasional. Untuk kajian yang berskala lokal (teluk dan selat) dibutuhkan data indera dengan resolusi yang cukup tinggi (< 1 km).

Selain data kondisi lingkungan, parameter klimatologi juga sangat mempengaruhi kegiatan budidaya laut. Berdasarkan data kecepatan angin bulanan selama 6 tahun (tahun 2003-2008) yang di-*download* dari National Climatic Data Center (NCDC, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/rsad/seawinds.html>) dengan resolusi 0,25° menunjukkan bahwa kecepatan angin maksimum terjadi sekitar

bulan Juli dan Agustus setiap tahunnya (Gambar 4). Kondisi ini perlu diwaspadai oleh pembudidaya, karena dengan besarnya kecepatan angin tentunya akan berpengaruh terhadap kondisi perairan terutama tinggi gelombang, yang akhirnya akan mempengaruhi konstruksi yang digunakan untuk media budidaya.

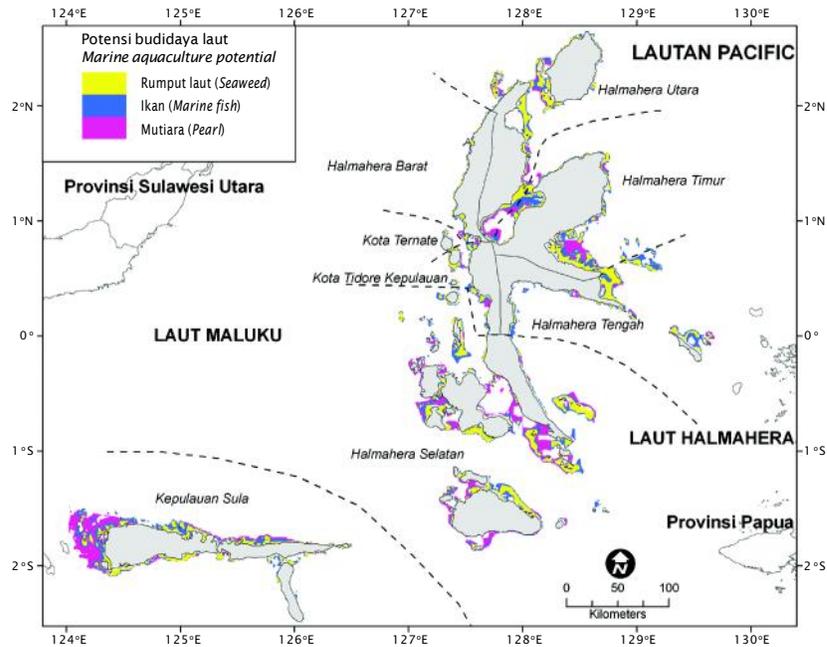
### Kondisi Infrastruktur dan Penduduk

Sebaran fasilitas penunjang (infrastruktur) dan penduduk di Provinsi Maluku Utara sangat mendukung untuk kegiatan budidaya laut (Gambar 5). Pelabuhan perikanan tersedia di semua kabupaten. Bahkan dalam satu kabupaten bisa tersedia tiga pelabuhan perikanan (seperti di Kabupaten Kepulauan Sula). Kondisi ini tentunya akan mempermudah dalam operasional kegiatan budidaya laut, baik dari tahapan persiapan sampai pada tahap pemasarannya. Sebaran penduduk juga ditemukan hampir merata di setiap pulau (64 pulau yang telah dihuni dari total 365 pulau yang ada). Tingkat kepadatan penduduk tertinggi berlokasi di Kota Ternate sekitar 664 km<sup>-2</sup> sedangkan yang terendah adalah Kota



Gambar 5. Sebaran infrastruktur dan pemukiman di Provinsi Maluku Utara

Figure 5. Distribution of infrastructure facilities and settlements in North Maluku Province



Gambar 6. Sebaran potensi kawasan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara

Figure 6. Distribution of potential marine aquaculture areas in North Maluku Province

Tidore Kepulauan sekitar 8,51 km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara, 2008). Sebaran pemukiman penduduk tersebut umumnya berlokasi dekat dengan pantai. Hal ini sangat mendukung kegiatan budidaya laut dalam hal penyediaan tenaga kerja dan pengawasan/keamanan lokasi budidaya.

#### Potensi Kawasan Budidaya Laut

Bedasarkan analisis spasial beberapa parameter penting untuk budidaya laut (kedalaman, suhu permukaan laut, klorofil-a, pelabuhan perikanan, dan penduduk), akhirnya diperoleh hasil akhir potensi kawasan budidaya laut di perairan Provinsi Maluku Utara. Sebaran spasial potensi kawasan budidaya laut disajikan pada Gambar 6, sedangkan luasan potensi kawasan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara untuk masing-masing jenis biota budidaya disajikan pada Tabel 2.

Sebaran spasial potensi kawasan budidaya di Provinsi Maluku Utara menunjukkan sebaran potensi yang cukup bervariasi, baik untuk budidaya rumput laut, ikan, ataupun

kekerangan. Potensi kawasan budidaya laut terbesar terletak di Kabupaten Halmahera Selatan dan Kabupaten Kepulauan Sula (Gambar 5). Total luasan potensi kawasan budidaya laut di provinsi ini masing-masing adalah 5.923 km<sup>2</sup> untuk budidaya rumput laut, 5.243 km<sup>2</sup> untuk budidaya ikan, dan 3.512 km<sup>2</sup> untuk budidaya kekerangan (Tabel 2). Dari total luasan potensi kawasan budidaya laut tersebut, potensi kawasan budidaya di Kabupaten Halmahera Selatan adalah yang terbesar yaitu 2.114 km<sup>2</sup>, 1.719 km<sup>2</sup>, dan 1.442 km<sup>2</sup> masing-masing untuk budidaya rumput laut, ikan, dan kekerangan. Potensi kawasan budidaya laut yang terkecil ditemukan di perairan Kota Ternate.

Analisis akhir yang dihasilkan dari penelitian ini sangat relevan dengan pengembangan kawasan yang telah ditetapkan oleh Pemda Provinsi Maluku Utara. Di mana Kabupaten Halmahera Selatan dan Kepulauan Sula ditetapkan sebagai kawasan sentral pengembangan budidaya laut (kawasan pengembangan II) (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara, 2009).

Tabel 2. Luasan potensi kawasan (km<sup>2</sup>) budidaya laut di Provinsi Maluku Utara  
 Table 2. Total potential areas (km<sup>2</sup>) for marine aquaculture in North Maluku Province

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Potensi lahan budidaya laut (km <sup>2</sup> ) <i>Potential area for marine aquaculture (km<sup>2</sup>)</i>		
	Rumput laut <i>Seaweed</i>	Ikan laut <i>Marine fish</i>	Kekerangan <i>Shellfish</i>
Halmahera Utara	942	598	290
Halmahera Timur	813	844	408
Halmahera Tengah	663	679	85
Halmahera Selatan	2,114	1,719	1,442
Halmahera Barat	146	106	24
Kota Ternate	23	17	0
Kota Tidore Kepulauan	230	210	63
Kepulauan Sula	991	1,071	1,200
<b>Total</b>	<b>5,923</b>	<b>5,243</b>	<b>3,512</b>

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis spasial secara global dengan menggunakan data yang diperoleh secara bebas (gratis). Hasil analisis dari penelitian ini merupakan data dasar yang dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk perencanaan lebih lanjut bagi budidaya laut di Provinsi Maluku Utara. Untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik maka diperlukan kajian yang lebih detail untuk masing-masing spesies yang dibudidayakan, serta memperhatikan parameter penting lainnya (misalnya: kecepatan arus, kondisi gelombang, tingkat kekeruhan perairan, dan salinitas). Dalam melakukan analisis secara detail, dapat pula menggunakan data inderaja dengan resolusi yang lebih tinggi (30 m, 100 m atau < 1 km). Penggabungan data lapangan dengan data inderaja tentunya akan memberikan hasil yang lebih baik dan akurat.

#### KESIMPULAN

Kegiatan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan perikanan tangkap. Untuk mendukung kegiatan budidaya laut di provinsi ini, analisis potensi kawasan budidaya laut sangat diperlukan. Penelitian ini mencoba melakukan analisis secara spasial yang mencakup seluruh perairan provinsi (kajian global) dengan menggunakan data inderaja yang bisa diperoleh secara bebas dan dipadukan dengan SIG. Potensi kawasan budidaya laut yang dihasilkan dari penelitian

ini sangat relevan dengan apa yang telah direncanakan oleh Pemda Provinsi Maluku Utara tentang wilayah pengembangan budidaya laut yang berpusat di Kabupaten Halmahera Selatan dan Kepulauan Sula. Hasil penelitian ini tentunya akan menjadi data dasar yang sangat bermanfaat bagi perencanaan lebih lanjut pengembangan budidaya laut di Provinsi Maluku Utara.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian di lapangan. Penelitian ini merupakan bagian dari riset analisis kebijakan Pusat Riset Perikanan Budidaya tahun 2009.

#### DAFTAR ACUAN

- Bacher, C., Grant, J., Hawkins, A.J.S., Fang, J., Zhu, M., & Besnard, M. 2003. Modelling the effect of food depletion on scallop growth in Sungo Bay (China). *Aquatic Living Resources*, 16: 10-24.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara. 2008. Maluku Utara dalam angka 2008. Kerjasama BAPPEDA dan BPS Provinsi Maluku Utara, 368 hlm.
- Buitrago, J., Rada, M., Hernandez, H., & Buitrago, E., 2005. A single-use site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: choosing locations for mangrove oyster

- raft culture in Margarita Island, Venezuela. *Environmental Management*, 35: 544-556.
- Carswell, B., Cheesman, S., & Anderson, J. 2006. The use of spatial analysis for environmental assessment of shellfish aquaculture in Baynes Sound, Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Aquaculture*, 253: 408-414.
- Chang, B., Page, F.H., & Hill, W.H. 2005. Preliminary analysis of coastal marine resources use and the development of open ocean aquaculture in the Bay of Fundy. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science 2585, 36 pp.
- Corner, R.A., Brooker, A.J., Telfer, T.C., & Ross, L.G. 2006. A fully integrated GIS-based model of particulate waste distribution from marine fish-cage sites. *Aquaculture*, 258: 299-311.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara. 2009. Wilayah pengembangan perikanan budidaya Provinsi Maluku Utara, 3 hlm.
- Ditjen Perikanan Budidaya. 2007. Statistik perikanan budidaya 2006. Departemen Kelautan dan Perikanan, Ditjen Perikanan Budidaya, 134 hlm.
- GESAMP (IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), 2001. Planning and management for sustainable coastal aquaculture development. FAO Rep. Stud. GESAMP No. 68, 90 pp.
- Gouilletquer, P. & Le Moine, O. 2002. Shellfish farming and Coastal Zone Management (CZM) development in the Marennes-Oléron Bay and Charentais Sounds (Charente Maritime, France): A review of recent developments. *Aquaculture International*, 10: 507-525.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2009. The state of world fisheries and aquaculture. FAO, Rome, 176 pp.
- FAO. 2009. Global aquaculture production. <http://www.fao.org/fishery/topic/16140/en>. Didownload tanggal 10 Juni 2009.
- Kapetsky, J.M. & Anguilar-Manjarrez, J. 2007. Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture. FAO Fish. Tech. Pap. No. 458. Rome, 125 pp.
- Langkosono, 2007. Budidaya ikan kerapu (Serranidae) dan kualitas perairan. Neptunus, *Majalah Ilmiah Kelautan*, 14: 61-67.
- Longdill, P.C., Healy, T.R., & Black, K.P. 2008. An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51: 612-624.
- Mubarak, H., Ilyas, S., Ismail, W., Wahyuni, I.S., Hartati, S.H., Pratiwi, E., Jangkaru, Z., & Arifuddin, R. 1990. *Petunjuk Teknis Budi Daya Rumput Laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, PHP/KAN/PT/13/1990, Jakarta, 93 hlm.
- Pérez, O.M., Telfer, T.C., & Ross, L.G. 2005. Geographical information system-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research*, 36: 946-961.
- Pérez, O.M., Telfer, T.C., Beveridge, M.C.M., & Ross, L.G. 2002. Geographical information systems (GIS) as a simple tool to aid modeling of particulate waste distribution at marine fish cage sites. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 761-768.
- Radiarta, I.N., Saitoh, S-I., & Miyazono, A. 2008. GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284: 127-135.
- Simms, A. 2002. GIS and aquaculture: assessment of soft shell clam sites. *Journal of Coastal Conservation*, 8: 35-47.
- Sulma, S. & Manoppo, A. K.S. 2008. Kesesuaian fisik perairan untuk budidaya rumput laut di perairan Bali menggunakan data penginderaan jauh. PIT MAPIN XVII, Bandung 10-12-2008, hlm. 456-465.
- Tomaru, Y., Kumatabara, Y., Kawabata, Z., & Nakano, S. 2002. Effect of water temperature and chlorophyll abundance on shell growth of the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*, in suspended culture at different depths and sites. *Aquaculture Research*, 33: 109-116.
- Yoseda, K., Dan, S., Sugaya, T., Yokogi, K., Tanaka, M., & Tawada, S. 2006. Effects of temperature and delayed initial feeding on the growth of Malabar grouper (*Ephinephelus malabaricus*) larvae. *Aquaculture*, 256: 192-200.