

KERTAS PLENARI

PEMANASAN GLOBAL DARI SUDUT PANDANG ASPEK SEDIMENTOLOGI DIPERAIRAN BAHAGIAN SELATAN ESTUARIA BAGAN, PANDAI TIMUR SUMATERA, INDONESIA

RIFARDI

Department of marine science,
Faculty of fisheries and marine sciences,
Universitas Riau
Pekanbaru, Provinsi Riau, INDONESIA
Email : rifardi@unri.ac.id ; fardi64@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan fenomena pengendapan (sedimentasi) akibat adanya Akselerasi proses sedimentasi berasal dari suplai sedimen daratan (aktiviti antropogenik) dan angkutan sedimen oleh arus dan gelombang (aktiviti alami) dan hubungannya dengan pemanasan global. Kemampuan ekosistem perairan dalam menyerap emisi gas rumah kaca seperti CO₂ digambarkan dengan melakukan kajian kes diperairan bahagian selatan Estuaria Bagan, Pantai Timur Sumatera, indonesia Sampel sedimen permukaan dan total sedimen/padatan tersuspensi (TSS) diambil dari 21 stesen dengan menggunakan sediment sampler dan van dorm sampler pada bulan Jun 2010. Sampel sedimen dianalisa dengan metoda mechanical grain size analysis, ignition loss method, bulk chemical analysis menggunakan atomic absorption spectrometer dan sand-grain composition analysis. Secara umum, daerah studi dicirikan oleh sediment berbutiran pasir (medium-grained sand), kandungan bahan organik rendah (kecil dari 10%), konsentrasi logam Fe dan K tinggi, mengindikasikan pemasukan sedimen dari daratan sebagai akibat dari aktiviti antropogenik. Pola sebaran konsentrasi kedua logam ini dan sedimen lithogeneous menggambarkan bahawa arus pasang surut (aktiviti alami) memainkan peranan penting dalam proses sedimentasi Konsentrasi total suspended sedimen sangat tinggi (extremely high) berkisar 1.000-33.000 mg/l pada saat surut (ebb current) dan 1.000-14.000 mg/l pada saat pasang (tide current). Selain itu konsentrasi total suspended sedimen di kolam air dekat dasar lebih tinggi dibandingkan di permukaan,, mengindikasikan terjadinya turbulensi sedimen dasar oleh sistem arus kuat. Pola dan proses sedimentasi menyebabkan menurunnya secara drastik kemampuan perairan bahagian selatan Estuaria Bagan menyerap emisi gas rumah kaca (CO₂) kerana terganggu produktiviti phytoplankton dan makrophyta. Konsentrasi total suspended sedimen dan tingkat kekeruhan (40-360 NTU) sangat tinggi (extremely high) menghambat proses fotosintesis tumbuhan air. Jika dalam kondisi kualiti air esturia belum tercemar dengan konsentrasi padatan total tersuspensi (TSS) di bawah 20 mg/l untuk koral dan lamun, dan 80 mg/l untuk mangrove. Dan tingkat kekeruhan lebih kecil dari 5 NTU, maka Perairan Bagian Selatan Estuaria Bagan mampu menyerap CO₂ sebesar 55.649,88 ton/tahun, setara dengan kemampuan menyerap CO₂ hutan rawa gambut tropis primer seluas 120,44 ha , hutan rawa gambut tropis sekunder seluas 181,785 ha, hutan tanaman lahan gambut Acacia crassicarpa seluas 675,44 ha, kebun kelapa sawit seluas 1141,14 ha, dan kebun karet seluas 712,88 ha.

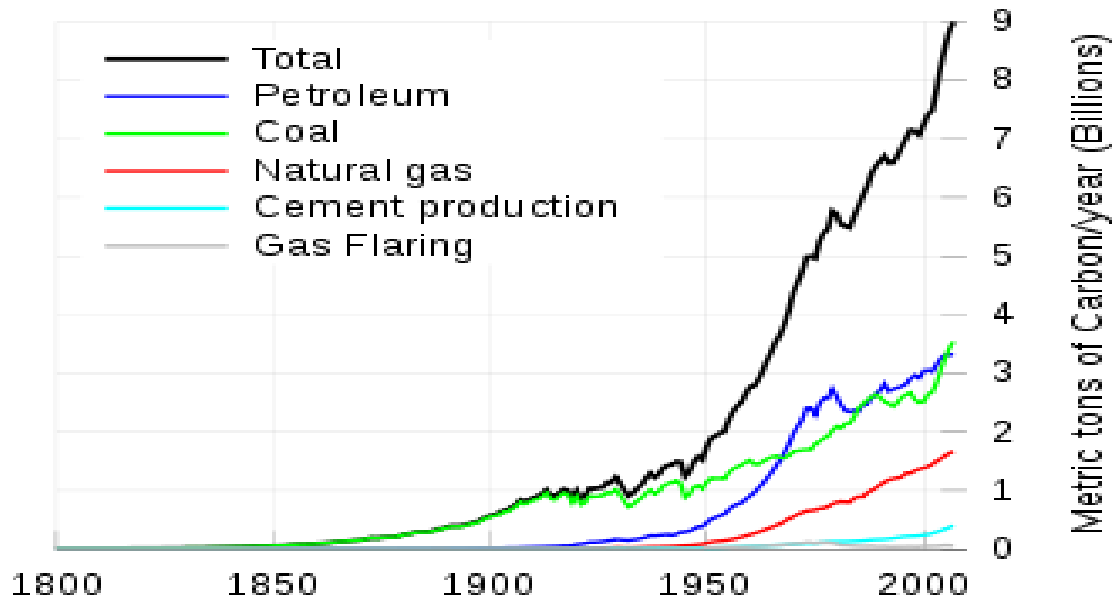
Kata Kunci: pemanasan global, sedimentasi, perairan esturia



PENDAHULUAN

Pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim membawa dampak berupa kemarau yang berkepanjangan, banjir, badai dan peningkatan permukaan air laut. Kenaikan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang telah terjadi sejak abad ke 19 memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap pemanasan global (*global warming*).

Perubahan iklim disebabkan oleh proses alami bumi diantaranya rotasi bumi yang mengakibatkan pendataran dan pembengkakan disebabkan oleh kekuatan sentrifugal, teori lempeng tektonik, aktivitas vulkanik, karakteristik lautan, dan oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia merupakan faktor penyebab perubahan iklim yang sangat mungkin untuk bisa dikelola meskipun dampaknya tidak sebesar proses alami. Emisi CO₂ global dari aktivitas manusia (1800–2007) dapat dilihat pada Gambar 1.



Rajah1. Emisi CO₂ global bersumber dari aktivitas manusia (Wikipedia dalam Mihardja *et al*, 2010)

Review (2006) deforestasi dan degradasi hutan berkontribusi sebesar kurang lebih 18% dari emisi global, dari jumlah tersebut 75% nya berasal dari negara-negara berkembang. Kondisi tersebut menjadi ancaman serius bagi sumber penghidupan masyarakat lokal, fungsi daerah-daerah aliran sungai serta keberadaan keanekaragaman hayati. Dengan demikian, pengurangan jumlah emisi karbon dari sektor kehutanan menjadi penting karena tidak saja mendukung upaya dunia untuk membatasi terjadinya peningkatan suhu bumi tidak lebih dari 2 derajat *Celcius*, tetapi juga memberikan manfaat lain bagi kepentingan masyarakat, ekosistem dan keanekaragaman hayati. Walaupun demikian salah satu ekosistem yang sering dilupakan dan diabaikan peranannya dalam menyerap emisi adalah ekosistem perairan.

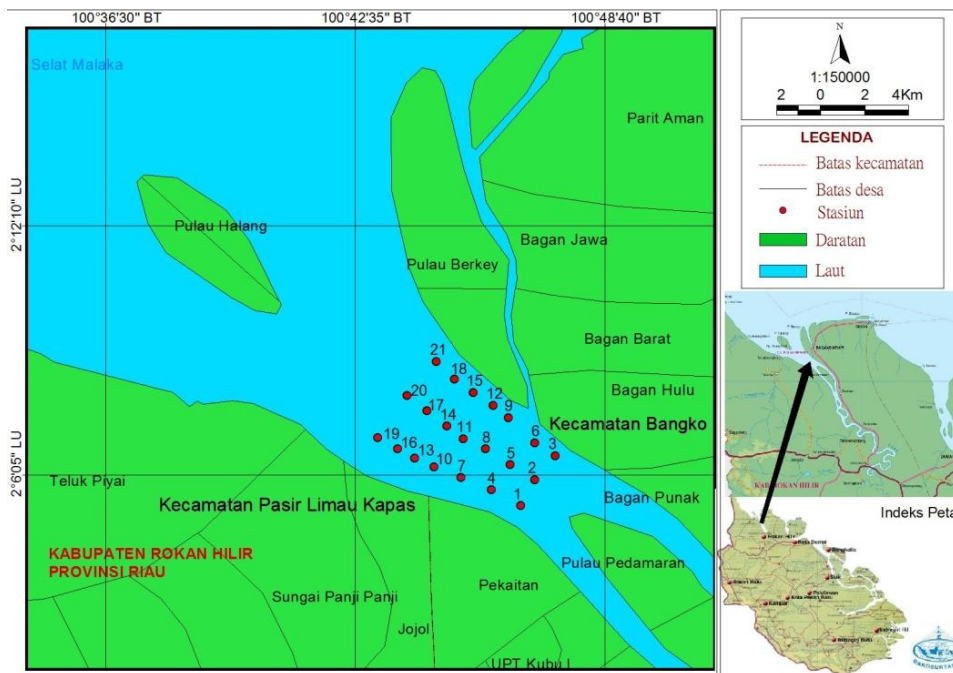
Semakin banyaknya pemanfaatan bakar fosil dewasa ini menyebabkan semakin banyaknya emisi gas CO₂ yang dibebaskan ke atmosfer. Di sisi lain, jumlah tutupan vegetasi di daratan sudah semakin berkurang sebagai akibat pembukaan hutan dan lahan pertanian, baik untuk pemukiman ataupun industri. Sehingga andalan “cadangan” yang memungkinkan untuk menyerap CO₂ adalah vegetasi atau tumbuhan yang ada di perairan, (Supriharyono, 2007).

Luas permukaan bumi 510 juta Km² dan 73% merupakan perairan menjadi potensi besar dalam menyerap gas emisi. Kualitas perairan dipengaruhi oleh aktifitas antropogenik dan alami, dan dampak yang ditimbulkan oleh kedua aktifitas ini salah satunya adalah meningkatkan suplai sedimen sehingga menurunkan fungsi ekosistem perairan tersebut.

Tulisan ini bertujuan menjelaskan fenomena pengendapan (sedimentasi) akibat adanya akselerasi proses sedimentasi berasal dari suplai sedimen daratan (aktifitas antropogenik) dan angkutan sedimen oleh arus dan gelombang (aktifitas alami) dan hubungannya dengan pemanasan global. Studi fenomena sedimentasi dilakukan oleh Rifardi *et al* (2011) di Perairan Bagian Selatan Estuaria Bagan Pantai Timur Sumatera, Indonesia.

PHYSIOGRAPHIC PERAIRAN ESTUARIA BAGAN

Perairan Estuaria Bagan, suatu perairan semi tertutup, terletak di Pantai Timur Pulau Sumatera, Indonesia (Gambar 2). Perairan ini memanjang dari selatan ke utara lebih kurang 28 km dan berkisar 4-18 km. Bagian selatan dicirikan dengan salinitas rendah karena menerima pamasukan air tawar dari Sungai Rokan dengan daerah darinase luas meliputi daratan Sumatera Bagian Timur, sedangkan bagian utara dipengaruhi oleh arus pasang surut yang cukup kuat dari Selat Malaka.



Rajah 2. Peta physiographic perairan Esturia Bagan, tanda panah menunjukkan daerah penelitian dalam kotak (setelah Rifardi *et al* , 2011)

Daerah penelitian dibatasi pada bagian selatan Perairan Estuaria Bagan, panjang lebih kurang 6,9 km dan lebar 4,4 km, terletak pada koordinat 1°14' - 2°45' Lintang Utara dan 100°17' - 101°21' Bujur Timur (Gambar 2). Kedalaman Perairan Bagansiapiapi berkisar antara 1-8 m. Daerah penelitian memiliki karakter pasang surut pasang *semi-diurnal* artinya terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Kecepatan arus berkisar antara 0,35 – 0,69 m/detik pada saat surut dan 0,61 – 0,74 m/detik pada saat pasang.

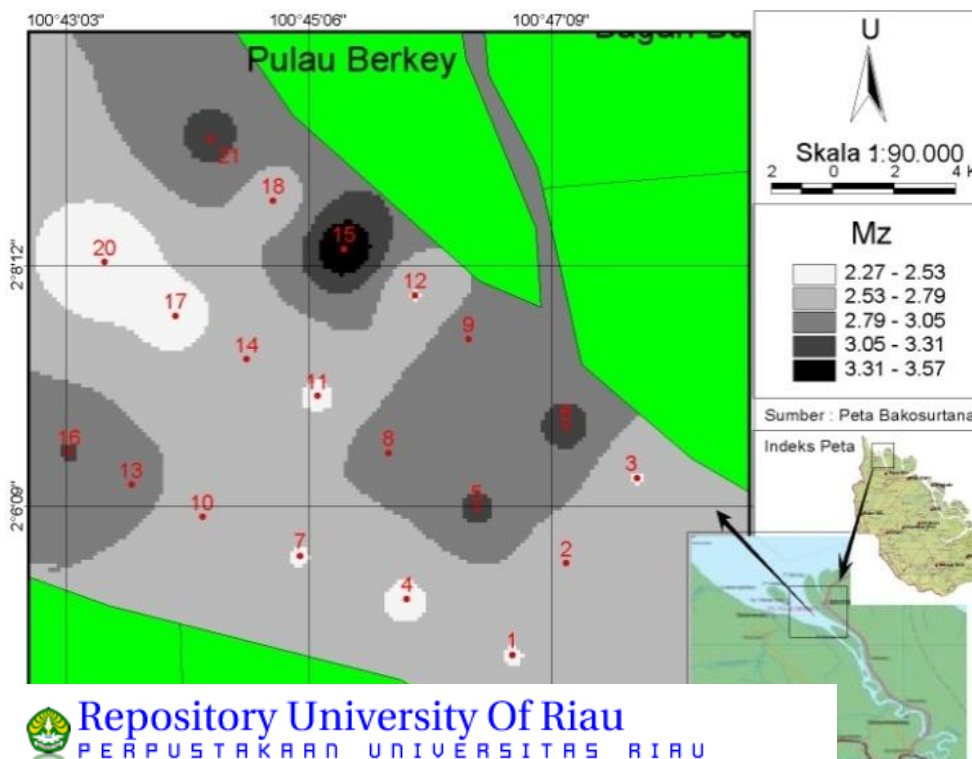
BAHAN DAN METODA

Rifardi *et al* (2011) telah melakukan pengambilan sedimen permukaan dasar dan total sedimen tersuspensi dari 21 stasiun di bagian selatan Perairan Estuaria Bagan. Posisi stastion sampling ditentukan menggunakan Hand Portable GPS diatas kapal nelayan. Sampel sedimen permukaan dasar diambil dengan menggunakan sediment sampler, selanjutnya dianalisis dengan berbagai pendekatan yaitu *mechanical grain size analysis* untuk menentukan fraksi sedimen, *ignition loss method* untuk menentukan konsentrasi bahan organik, dan *bulk chemical analysis* untuk menentukan konsentrasi logam berat (Fe, Al dan K). Pengambilan sampel sedimen tersuspensi mengacu pada prosedur yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (2008). Total sedimen tersuspensi diperoleh dengan cara padatan total dikurangi padatan terlarut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenomena Sedimentasi

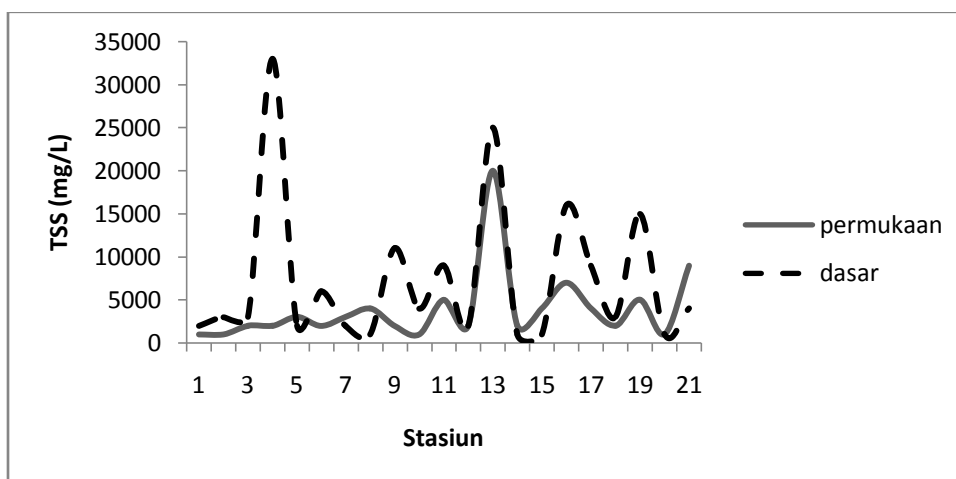
Secara umum bagian selatan perairan Estuaria Bagan didominasi oleh sedimen halus yaitu sedimen pasir halus sampai pasir sangat halus (Mz: 2,27-3,57 ϕ), sebaran Mz dapat dilihat pada Gambar 3.



Rajah 3. Sebaran diameter rata-rata (Mz: Ø) sedimen permukaan dasar (setelah Rifardi *et al* , 2011)

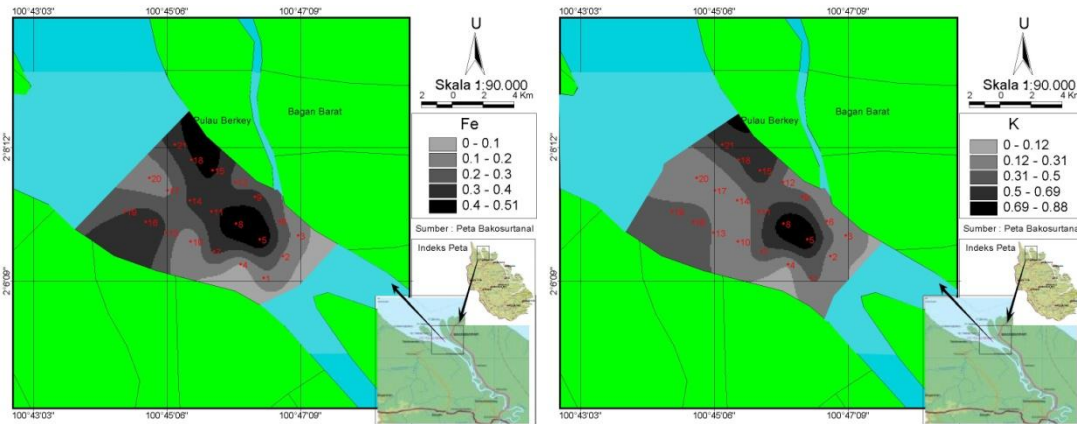
Gambaran sedimen dasar ini berbeda dengan gambaran kecepatan arus yang sangat cepat pada saat penelitian berkisar 0,35-0,74 m/detik. Kecepatan arus ini menyebabkan grab sampler tidak bisa dioperasikan untuk mengambil sampel sedimen, sebagai gantinya sampel sedimen diambil dengan menggunakan penggeruk. Oleh sebab itu, ukuran butiran sedimen ini menggambarkan kondisi perairan pada saat sedimen tersebut mengendap (proses pengendapan).

Kekuatan arus pada daerah penelitian mengindikasikan terjadi proses erosi dan pengadukan dasar perairan mengakibatkan terlepasnya butiran partikel sedimen dari endapan dasar. Indikasi ini didukung oleh konsentrasi total sedimen tersuspensi dekat dasar (1.000-33.000 mg/l) lebih tinggi dari permukaan (1.000-20.000 mg/l) perairan (Gambar 5). Berdasarkan indikasi-indikasi tersebut diasumsikan kekuatan arus menghalangi terjadinya proses deposisi sedimen di bagian selatan perairan Estuaria Bagan dan sedimen tersuspensi ditanspor dan diendapkan diluar daerah penelitian. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menjelaskan mengapa terjadinya pendangkalan pada perairan Estuaria Bagan, (Rifardi *et al* , 2011). Proses tersebut mengakibatkan tingkat kekeruhan tinggi (40-239 NTU) di permukaan perairan dan 50-360 NTU di dasar perairan. Tingkat kekeruhan ini jauh melebihi tingkat kekeruhan perairan dalam kondisi normal (baik) yaitu lebih kecil dari 5 NTU. Kondisi ini menyebabkan produktivitas perairan bagian selatan estuaria Bagan menurun, diduga terganggunya proses fotosintesis mikrophyta dan makrophyta yang membutuhkan CO₂.

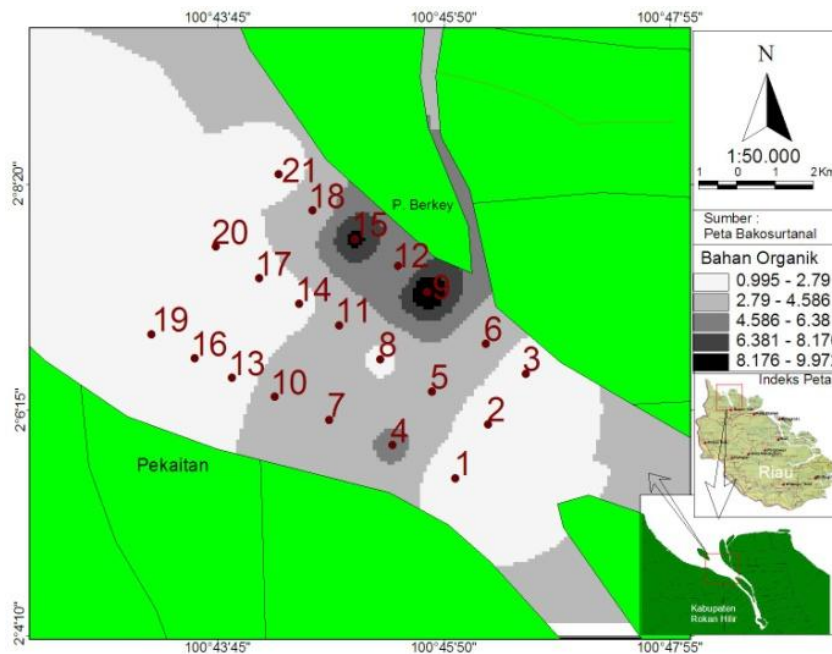


Rajah 4. Padatan tersuspensi di setiap stasiun saat surut (setelah Rifardi *et al* , 2011)

Sebaran konsentrasi logam Fe dan K (Gambar 5) menggambarkan rute perjalanan dan suplai sedimen terrigenous di perairan Estuaria Bagan. Rute perjalanan/suplai sedimen terrigenous berdasarkan sebaran konsentrasi Fe, Al, dan K juga ditemukan oleh Ujiej *et al* (1983), Yamamoto and Yuine (1985) dan Ujiej and Oshiro (1993). Kondisi ini diperkuat dengan kandungan bahan organik sedimen rendah pada semua stasiun penelitian (kurang dari 10%: Gambar 6). Analog dengan hasil penelitian ini Rifardi dan Ujiej (1993) menemukan korelasi negative antara konsentrasi logam Fe dan kandungan bahan organik sedimen di perairan Estuaria Oura, Jepang selatan, merupakan indikasi pemasukan sedimen terrigeneous.

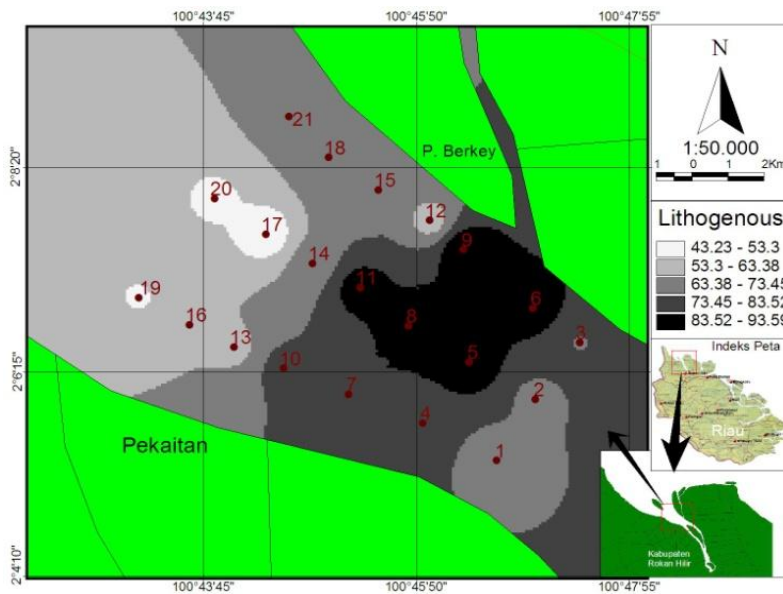


Rajah 5. Sebaran Fe dan K pada sedimen permukaan dasar (setelah Rifardi *et al* , 2011)



Rajah 6. Sebaran kandungan bahan organik pada sedimen permukaan dasar (setelah Rifardi *et al* , 2011)

Pada daerah yang memanjang menuju barat laut sejajar garis pantai perairan pesisir Desa Pekaitan dan Pulau Berkey dicirikan oleh butiran sedimen halus ($Mz: 2,5-3,5 \text{ } \emptyset$), pola sebaran kandungan Fe dan K cenderung meningkat semakin menuju laut (Gambar 4). Sedangkan pola sebaran komposisi sedimen (Gambar 3) menunjukkan bahwa sedimen lithogenous dominan ditemukan pada daerah sekitar mulut sungai dan semakin berkurang menuju ke laut (Gambar 7). Pola sebaran ini mengindikasikan bahwa material sedimen terrigenous disuplai dari daerah pedalaman Pulau Sumatera melalui Sungai Rokan salah satu sungai terbesar di Propinsi Riau, dan dari erosi pantai Desa Pekaitan yang disusun oleh tipe sedimen lumpur. Sedimen terrigenous ini ditranspor menuju ke laut oleh arus surut dengan kecepatan 0,5-0,66 meter/detik (Rifardi *et al*, 2011).



Rajah 7. Sebaran sedimen *Lithogenous* (setelah Rifardi *et al* , 2011)

Pada daerah yang terletak pada tengah perairan memanjang menuju barat laut dicirikan oleh butiran sedimen kasar ($Mz: 2,0-2,5 \text{ } \emptyset$), pola sebaran kandungan Fe dan K cenderung meningkat semakin menuju muara Sungai Rokan. Pola arus menunjukkan bahwa kecepatan arus pasang semakin menuju ke muara semakin lambat, berkisar 0,63-0,73 meter/detik. Dengan demikian, material sedimen terrigenous diduga juga berasal dari daerah sekitar Selat Malaka kemudian ditranspor menuju ke daerah penelitian oleh arus pasang tersebut (Rifardi *et al*, 2011).

Fenomena Sedimentasi dan Pemanasan Global

Bagian selatan Perairan Estuaria Bagan mempunyai luas 30,36 Km² setara dengan 30.360.000 m² atau 3.306 ha. Proses transport sedimen melalui perairan ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi total sedimen/padatan tersuspensi (TSS) dan tingkat kekeruhan jauh melebihi kondisi normal seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Kondisi ini menghambat penetrasi cahaya

yang masuk ke perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan air.

Produktivitas Phytoplankton dan Makrophyta di perairan Estuaria mencapai 500 g C/m²/tahun (Mann, 1973).

BM CO₂=44gmol dan C=12grat, maka untuk menghasilkan produktivitas tersebut dibutuhkan CO₂ sekitar 1.833 g/ m²/tahun (Supriharyono, 2007). Dengan demikian, jika kualitas air Bagian selatan Perairan Estuaria Bagan dalam kondisi baik (normal) maka akan mampu menyerap CO₂ sebesar 55.649,88 ton/tahun.

Badan Lingkungan Hidup Propinsi Riau (2010), konversi stock C ke unit emisi CO₂ dilakukan dengan mengalikan stock C dengan -44/12, dan untuk konversi removal CO₂ dikalikan dengan +44/12. Tanda negatif menunjukkan equivalensi C dalam menyerap CO₂ dari atmosfer ke dalam biomass, sedangkan tanda positif menggambarkan equivalensi C yang teremisi ke atmosfer dalam bentuk CO₂. stok karbon pada beberapa kategori penutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai estimasi biomasa (Badan Lingkungan Hidup Propinsi Riau, 2010)

No.	Type penutupan lahan	Biomasa (ton/ha)	C (ton/ha)	Keterangan
1.	Hutan rawa gambut tropis primer	252.02	126.01	Rochmayanto (2009)
2.	Hutan rawa gambut tropis sekunder	166.98	83.49	Rochmayanto (2009)
3.	Hutan tanaman lahan gambut <i>Acacia crassicarpa</i>	44.94	22.47	Rochmayanto (2009)
4.	Kelapa sawit	26.60	13.30	Ginoga (2009)
5.	Karet	42.58	21.29	Ginoga (2009)

Jumlah CO₂ diserap oleh masing-masing tipe penutupan lahan sebagai berikut: 1) Hutan rawa gambut tropis primer sebesar 462,03 ton/ha, 2). Hutan rawa gambut tropis sekunder sebesar 306,13 to/ha, 3) Hutan tanaman lahan gambut *Acacia crassicarpa* sebesar 82,39 ton/ha, 4) Kelapa sawit sebesar 49,77 ton/ha, dan 5) Karet sebesar 78,06 ton/ha. Jika perairan Bagian Selatan Estuaria Bagan mampu menyerap CO₂ sebesar 55.649,88 ton/tahun, maka kemampuan tersebut setara dengan kemampuan menyerap CO₂ hutan rawa gambut tropis primer seluas 120,44 ha , hutan rawa gambut tropis sekunder seluas 181,785 ha, hutan tanaman lahan gambut *Acacia crassicarpa* seluas 675,44 ha, kebun kelapa sawit seluas 1141,14 ha, dan kebun karet seluas712,88 ha.

KESIMPULAN

Perairan bagian selatan Estuaria Bagan dilalui oleh material sedimen yang berasal dari daratan (aktifitas antropogenik) dan angkutan sedimen oleh arus dan gelombang (aktifitas alami). Kecepatan arus yang sangat cepat pada saat penelitian berkisar 0,35-0,74 m/detik menghalangi proses deposisi sedimen sehingga partikel sedimen selalu dalam bentuk tersuspensi. Kondisi ini menyebabkan konsentrasi sedimen tersuspensi sangat tinggi (*extremely*) dan nilai kekeruhan jauh melebihi perairan normal sehingga produktivitas perairan menurun akibat terhambatnya proses fotosintesis mikrophyta dan makrophyta. Proses pengendapan sedimen menyebabkan perairan bagian selatan Estuaria Bagan kehilangan kemampuan menyerap CO₂ sebesar 55.649,88 ton/tahun.

RUJUKAN

- Badan Lingkungan Hidup Propinsi Riau. 2010. Laporan Kerja Akhir. Pusat Informasi Perubahan Iklim (PIPI) Propinsi Riau, Pekanbaru.
- Ginoga KL. 2009. Penilaian Kelayakan Ekonomi Berdasarkan Permenhut No. P.30/Menhut-II/2009 Tentang Tata Cara Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD). Makalah pada Pelatihan Analisis Manfaat Biaya Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengurangan Emisi dari Deforestasi. Bogor, tanggal 2-4 Juni 2009. Bogor: ACIAR-ANU-Puslitsosek.
- Mann, K.H. 1973. Seaweeds : Their productivity and strategy for growth. *Science*, 182: 975-981.
- Mihardja, K, D., 2010), DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA WILAYAH PESISIR DAN PULAU KECIL. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung.
- Rifardi, Ruffli E., Lubis, A. R., Roza, Y. dan Sari, N, P., 2011. Sedimentary Environments of the South Bagan Estuary and its Environs on the East Coast of Sumatera Island, Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan (in press)*.
- Rochmayanto, Y. 2009. *Kapasitas Simpanan Karbon dan Nilai Ekonominya pada Konversi Hutan Rawa Gambut Menjadi Hutan Tanaman industry Pulp*. Laporan Penelitian Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat. Kuok.
- Standar Nasional Indonesia, 1994. Pengujian Kualitas Air Sumber dan Limbah Cair. Direktorat Pengembangan Laboratorium dan Pengelolaan Data Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta
- Supriharyono, 2007. Pengelolaan potensi sumberdaya hayati laut dan pantai sebagaiantisipasi dampak pemanasan bumi Disampaikan pada Seminar-Lokakarya BKPSL Tentang Perubahan Iklim, di Denpasar Indonesia.
- Ujiej, H., S. Yamamoto., M. Okitsu, & Nagano., 1983. Sedimentological aspects of Nakagusuku Bay, Okinawa Subtropical Japan, *Galaxea*, 2: 95-117.

- Ujiej, H & and Y. Oshiro, 1993. Surface sediments of coral seas, west of Miyako Island and their environs, Okinawa. *Bull Coll. Sci., Univ. Ryukyus*, 56: 121-143
- Yamamoto, S & A. Yuine, 1985. Sedimentation and some chemical characteristics of terrigenous brown mud in Tengan River estuary and its adjacent area of the Kin Bay, Okinawa. *Ibid*, 4: 77-79