

Karakteristik Tanah Gambut di Delta Barito, Kalimantan

Oleh

Deasy Arisanty

Dosen Program Studi Pendidikan Geografi dan Program Magister Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan.

Abstrak

Delta Barito merupakan delta yang berkembang di bagian pesisir selatan Pulau Kalimantan. Delta ini merupakan bagian dari cekungan Barito, sehingga tanah gambut berkembang dengan baik pada delta ini. Aktivitas manusia seperti pertanian telah membuat ketebalan tanah gambut di Delta Barito < 2 meter. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan bentuklahan sebagai dasar pengambilan sampel. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 51 sampel. Sampel tersebut kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi nilai *Bulk Density* (BD). Selain itu, dilakukan pengukuran warna tanah di lapangan dengan menggunakan *munsell soil book*. Nilai BD dan warna tanah digunakan untuk mengidentifikasi jenis atau tipe gambut yang berkembang di Delta Barito. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah gambut berkembang dibagian tengah Delta Barito karena bagian tengah dari Delta Barito adalah berupa cekungan. Gambut yang berkembang di Delta Barito adalah *tipe saprik* dengan nilai *bulk density* >0.25 gram/cc dan warna tanah abu-abu sangat gelap. Pertanian yang dilakukan secara intensif di Delta Barito telah membuat tanah gambut di Delta Barito mempunyai ketebalan < 2 meter.

Kata kunci: tanah gambut, Delta Barito

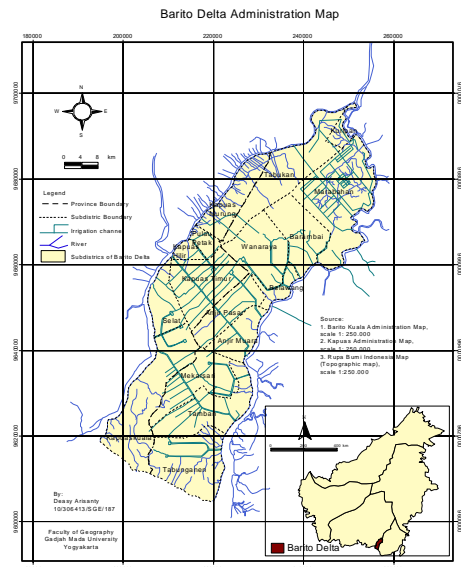
PENDAHULUAN

Delta merupakan endapan sedimen yang berkembang di bagian muara sungai. Delta terbentuk karena adanya pengangkutan sedimen oleh sungai yang kemudian diendapkan kembali oleh tenaga laut (Davis, 1978; Summerfield, 1991; Van Maren, 2004; Bird, 2008). Bentuk dan perkembangan delta dipengaruhi oleh kekuatan sungai dan laut, sehingga delta disebut dengan bentuklahan *fluviomarine*.

Delta Barito merupakan delta yang berkembang dibagian muara Sungai Barito. Batas dari Delta ini adalah Sungai Kapuas Murung dibagian barat, Sungai Barito dibagian timur, Sungai Pulau Petak di bagian utara, dan Laut Jawa dibagian selatan (Djuwansah, 1985). Delta ini terletak di Kabupaten Barito Kuala (Provinsi Kalimantan Selatan) pada bagian timur delta dan sebagian wilayah delta pada bagian barat merupakan wilayah Kabupaten Kapuas

(Provinsi Kalimantan Tengah). Peta Delta Barito terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1. Peta Delta Barito
(sumber: Arisanty, 2013; Arisanty, 2014)



Delta Barito merupakan delta yang tidak ideal. Sulit untuk menentukan tipe delta apabila hanya dilihat dari bentuk dari delta. Penentuan tipe delta, dengan melihat tenaga utama yang mempengaruhi perkembangan delta. Berdasarkan hasil penelitian dari Arisanty (2013), Delta Barito termasuk *tipe lobate*. Tipe Delta Lobate adalah delta yang terbentuk dan berkembang karena adanya dominasi tenaga sungai. Sungai Barito dan Sungai Kapuas Murung merupakan sungai yang paling berperan dalam perkembangan delta (Arisanty, 2013; Arisanty, dkk, 2013). Delta Barito telah mengalami perkembangan yang pesat selama kurun waktu tahun 1862-2008 karena adanya sedimen yang dipasok oleh Sungai Barito dan Sungai Kapuas Murung (Arisanty, dkk, 2012).

Delta Barito mempunyai bentuklahan yang merupakan proses dari tenaga sungai, tenaga laut dan pengendapan tumbuhan. Bentuklahan asal proses sungai antara lain tanggul alam berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur; dan danau tapal kuda berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur. Bentuklahan asal proses sungai ini berkembang di sepanjang sungai. Bentuklahan asal proses laut antara lain rataan pasang surut berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur; dan beting gisik berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur. Bentuklahan organik yang merupakan hasil pengendapan tumbuhan antara lain cekungan antiklinal gambut berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur; dan sayap antiklinal gambut berbatuan kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur (Arisanty, 2013; Arisanty, 2014). Bagian tengah delta merupakan *dome* gambut yang mengalami depresi pada bagian tengahnya sehingga membentuk cekungan.

Delta Barito telah menjadi areal pertanian dan areal transmigrasi sejak Repelita ke I (1969/1970-1973-1974). Proyek pasang

surut di Delta Barito telah dilaksanakan sejak tahun 1972 dengan membuka lahan padi sawah dan menjadikan areal tersebut menjadi daerah transmigrasi, seperti di daerah Lupak dan Jelapat (bagian timur Delta Barito) dengan luas area sekitar 457 ha dan 1300 ha (BAPPENAS, 2009).

Intensifnya lahan di Delta Barito menjadi lahan pertanian telah menyebabkan berkurangnya hutan rawa di delta tersebut. Hutan rawa-rawa di Delta Barito mempunyai luas 2,198.36 km² pada tahun 1862; 2,259.77 km² pada tahun 1946; 2,047.27 km² pada tahun 1985; 1,245.18 km² pada tahun 1997; 993.48 km² pada tahun 2004; dan 752.52 km² pada tahun 2008 (Arisanty, 2014). Perubahan penggunaan lahan pada lahan gambut telah mempengaruhi karakteristik gambut pada lahan tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Delta

Delta merupakan pengendapan yang dinamik yang dapat berubah pada periode waktu yang cepat (Coleman, et.al, 1998). Delta merupakan daerah yang potensial untuk produksi ikan, lahan basah, kehidupan liar, perlindungan air, pertanian, pariwisata, dan populasi manusia (Rovira dan Ibanez, 2007; Sato dan Masuda, 2010). Delta merupakan daerah yang kaya akan sumberdaya alam seperti tanah yang subur, sumberdaya air, dan sumber energi (Mathers dan Zalasiewicz, 1999; Davis, 1978). Dengan demikian, delta merupakan daerah yang potensial untuk kehidupan manusia, sehingga banyak kota-kota besar di dunia dan di Indonesia berkembang pada daerah delta. Kota Banjarmasin merupakan salah satu kota yang berkembang di daerah delta.

Perkembangan delta dipengaruhi oleh keseimbangan sistem sungai seperti pola *sediment yield*, iklim, keseimbangan tektonik, dan dinamika garis pantai yang dipengaruhi oleh tenaga gelombang, pasang

surut dan arus laut (Ritter, et al.,1995; Wiegel, 2009; Bird, 2008). Beberapa delta di dunia mempunyai masalah yang disebabkan oleh subsiden, atau perubahan muka air laut (Hensel, et.al.,1999; Wiegel, 2009).

Setiap delta mempunyai dua bagian utama yaitu *subaqueous* dan *subaerial* (Davis, 1978; Ritter, et al., 1995; Gupta, 2007; Bird, 2008). *Subaqueous* adalah bagian delta yang berada di bawah permukaan air laut, sedangkan *subaerial* adalah bagian dari delta yang berada di atas permukaan air laut ((Davis, 1978; Ritter, et al., 1995; Gupta, 2007). Bagian dari *subaerial* terdiri dari bagian atas delta dan bagian bawah delta. Bagian bawah dari *subaerial* merupakan daerah yang dipengaruhi oleh interaksi antara sungai dan laut (Davis, 1978). Bagian atas delta dapat terdiri dari tanggul alam dan depresi rawa yang berisi danau atau vegetasi lahan basah atau gambut (Bird, 2008).

2. Gambut

Gambut merupakan sisa timbunan tumbuhan yang telah mati dan diuraikan oleh bakteri aerobik dan anaerobik. Lingkungan pengendapan gambut merupakan daerah yang jenuh air (> 90 %) (Sukandarrumidi, 2004). Jenis gambut berdasarkan lingkungan pengendapannya menurut Sukandarrumidi (2004), yaitu:

- a. Gambut ombrogenus, merupakan jenis gambut dengan lingkungan pengendapannya berasal dari air hujan, sehingga gambut ini terbentuk dalam lingkungan pengendapan yang tumbuhan pembentuknya tumbuh dari air hujan.
- b. Gambut topogenus, gambut yang kadar airnya berasal dari air permukaan, sehingga gambut ini diendapkan dari sisa tumbuhan yang tumbuh dari pengaruh air tanah. Gambut tipe topogenus merupakan gambut yang dimanfaatkan untuk

pertanian karena kadar bahan organik lebih tinggi daripada gambut ombrogenus.

Ekosistem rawa gambut merupakan tempat pengendapan karbon yang telah berlangsung dalam kurun waktu yang lama. Laju penumpukan karbon pada rawa gambut di Kalimantan adalah 0.74 ton/ha/tahun. Lahan rawa gambut menghasilkan emisi gas CO₂ dan emisi gas metan (CH₄). Pelepasan gas tersebut mempengaruhi iklim global (Barchia, 2006).

Kawasan rawa di Indonesia sebagian besar merupakan lahan gambut. Lahan rawa gambut tersebut hanya sedikit yang dapat diusahakan untuk pertanian. Kendala yang dihadapi dalam pengelolaan lahan gambut adalah keasaman tanah, kandungan Al dan Fe yang terlarut tinggi, intrusi garam, dan adanya bahan-bahan beracun (Barchia, 2006).

Berdasarkan tingkat kematangan, gambut diklasifikasikan ke dalam 3 kelas yaitu fibrik atau gambut mentah (dengan kandungan serat tinggi atau > 66 %), hemik atau setengah matang dengan kandungan serat sedang (33-66 %), dan saprik atau gambut matang dengan kandungan serat < 33 %. Gambut juga dapat dibedakan berdasarkan fisiografi terbentuknya lahan gambut yaitu gambut cekungan yang terbentuk di daerah cekungan atau rawa belakang, gambut sungai yang terbentuk di sepanjang sungai yang masuk di daerah lembah kurang dari 1 km, gambut dataran tinggi yang terbentuk di punggung-punggungan bukit/pegunungan, dan gambut dataran pesisir/pantai yang terbentuk di sepanjang garis pantai (Barchia, 2006).

METODE PENELITIAN

Kematangan gambut terdiri atas fibrik, saprik dan hemik. Penentuan kematangan gambut dapat ditentukan dengan pengukuran lapangan, warna tanah, dan nilai *bulk density* (BD). Sampel

daerah penelitian berdasarkan bentuklahan. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 51 sampel. Penentuan kematangan gambut

dengan metode Von Post (Barchia, 2006) terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kematangan gambut metode Von Post (Barchia, 2006)

Kematangan gambut	Cairan	Warna dan serat
H1 (fibrik)	Jernih	Kelabu kuning
H2 (fibrik)	Jernih, berwarna	Berserat coklat muda, hampir keseluruhan berserat
H3 (fibrik)	Berlumpur	Coklat muda, sebagian berserat
H4 (hemik)	Kental	Coklat muda, sebagian berserat
H5 (hemik)	Sangat kental	Coklat, masih ada serat
H6 (hemik)	Koloidal	Coklat, masih berat agak halus
H7 (hemik)	Bahan gambut	Coklat tua, berserat sedikit
H8 (saprik)	Tanpa berlemak	Coklat tua, berserat sedikit, sisa perasan sedikit
H9 (saprik)	Sukar terperas	Coklat sangat tua, hampir tidak berserat, tanpa berlemak
H10 (saprik)	Tidak terperas	Hitam, tidak berserat, tampak berlemak

Selain dengan metode Von Post, penentuan tipe gambut dapat dilakukan dengan menggunakan nilai *bulk density* (BD). Fibrik mempunyai nilai BD sekitar 0.11-0.19 gram/cc dengan rata-rata 0.13 gram/cc. Hemik mempunyai nilai BD sekitar 0.20-0.24 gram/cc dengan rata-rata 0.23 gram/cc. Saprik mempunyai nilai BD sekitar 0.25-0.29 gram/cc dengan rata-rata 0.27 gram/cc (Wahyunto, et.al, 2004)

PEMBAHASAN

1. Bentuklahan

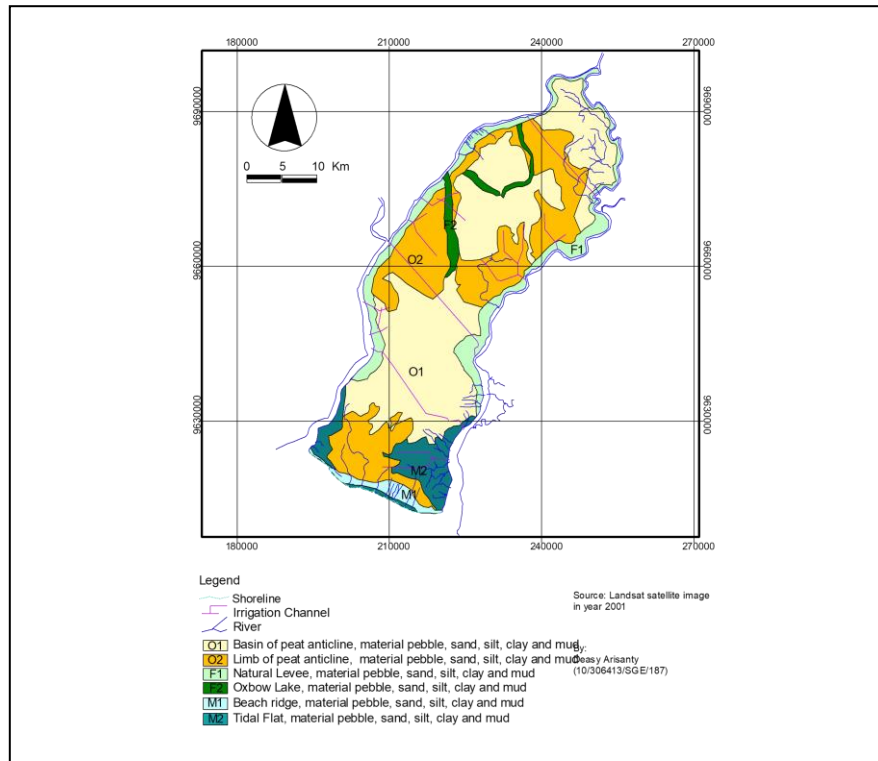
Bentuklahan di Delta Barito terdiri atas bentuklahan asal proses marin, bentuklahan asal proses fluvial dan bentuklahan asal proses organik (gambut). Bentuklahan asal proses marin antara lain rataan pasang surut,

material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur, dan beting gisik, material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur. Bentuklahan asal proses fluvial terdiri atas tanggul alam material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur, dan danau tapal kuda material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur. Bentuklahan organik yang merupakan bentuklahan dengan endapan gambut terdiri atas sayap antiklinal gambut material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur, dan cekungan antiklinal gambut material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur. Luas setiap bentuklahan berdasarkan penelitian Arisanty (2013) terdapat pada Tabel 2 dan peta bentuklahan Delta Barito terdapat pada Gambar 2.

Tabel 2. Bentuklahan di Delta Barito

Bentuklahan	Kode	Area (km ²)
Tanggul alam, material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	F1	243.858
Danau tapal kuda, material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	F2	54.443
Cekungan antiklinal gambut, material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	O1	999.916
Sayap antiklinal gambut, material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	O2	710.818
Rataan pasang surut, material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	M1	155.476
Beting gisik, material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	M2	42.140

Sumber: Arisanty (2013)



Gambar 2. Bentuklahan di Delta Barito (Arisanty, 2013)

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2, bentuklahan asal proses fluvial berkembang di sepanjang Sungai Barito, Sungai Kapuas Murung dan Sungai Pulau Petak. Tanggul alam sebagai bentuklahan asal proses fluvial mempunyai luas 243.858 km², dan danau tapal kuda yang terletak di bagian selatan dan utara delta mempunyai luas 54.443 km². Bentuklahan asal proses marin berkembang di sepanjang pesisir Delta Barito. Rataan pasang surut sebagai bentuklahan asal proses marin mempunyai luas 155.476 km², dan beting gisik dengan luas bentuklahan 42.140 km². Bentuklahan dengan material gambut berkembang di bagian tengah Delta Barito. Bagian tengah Delta Barito adalah berupa cekungan. Bentuklahan ini paling luas di Delta Barito dengan luas bentuklahan

999.916 km². Bentuklahan ini merupakan *dome* gambut yang mengalami penurunan atau depresi sehingga membentuk cekungan dibagian tengah delta, sedangkan disekeliling dari depresi tersebut lebih tinggi daripada daerah cekungan atau disebut sebagai sayap antiklinal gambut.

2. Karakteristik Tanah gambut di Delta Barito

Pengukuran sampel tanah dilaksanakan di semua bentuklahan di Delta Barito. Jumlah sampel dalam pengukuran ini adalah 51 sampel. Sampel-sampel tersebut diklasifikasikan berdasarkan bentuklahan. Hasil pengukuran lapangan dan analisis sampel tanah di Delta Barito, terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik tanah gambut pada Delta Barito

Bentuklahan	Nilai <i>Bulk Density</i> (BD)(gram/cc)	Kematangan gambut	Warna tanah
Tanggul alam material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	0.56-1.15	Saprik-tanah mineral	Brown (lapisan atas) –dark grayish brown (lapisan bawah)
Danau tapal kuda material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	0.81-0.92	Saprik-tanah mineral	Light brownish gray (lapisan atas) - dark grayish brown (lapisan bawah)
Cekungan antiklinal gambut material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	0.76-1	Saprik-tanah mineral	Yellowish brown (lapisan atas) - very dark gray (lapisan bawah)
Sayap antiklinal gambut material kerikil, pasir, debu, lempung dan lumpur	0.66-1.08	Saprik-tanah mineral	Very dark grayish brown (lapisan atas) – very gray (lapisan bawah)
Beting gisik material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	0.25-1	Saprik-tanah mineral	Dark gray (lapisan atas) - very gray (lapisan bawah)
Rataan pasang surut material kerikil, pasir, debu, lempung, dan lumpur	0.68-1.1	Saprik-tanah mineral	Very dark gray (lapisan atas)-dark gray (lapisan bawah)

Sumber: Arisanty, 2013

Berdasarkan Tabel 3, tanah di Delta Barito termasuk pada saprik-tanah mineral karena nilai BD > 0.25 gram/cc. Nilai BD termasuk tinggi. Warna tanah pada semua bentuklahan termasuk kriteria abu-abu sangat gelap dan tidak berserat sehingga diklasifikasikan sebagai saprik. Gambut dapat ditemukan pada lapisan sampai dengan sekitar 2 meter. Di bawah lapisan gambut ditemukan pasir halus berwarna kelabu. Gambut di daerah cekungan atau di bagian tengah delta hanya mempunyai tebal 1-2 meter.

Klasifikasi gambut berdasarkan peta tanah skala 1: 100.000 termasuk pada tipe saprik dan hemik. Berdasarkan hasil penelitian Djuwansah (1984), gambut di Delta Barito diklasifikasikan sebagai *topogenic peat*, yang artinya gambut tersebut terbentuk di daerah depresi di belakang tanggul dan biasanya kaya akan unsur hara (Barchia, 2006). Gambut yang terbentuk di Delta Barito merupakan gambut

yang terbentuk setelah tanggul alam (di belakang tanggul alam) dan kaya akan unsur hara.

Delta Barito merupakan daerah pertanian dan merupakan salah satu lumbung padi di Provinsi Kalimantan Selatan. Tanah gambut yang kaya akan unsur hara telah menjadikan Delta Barito menjadi daerah pertanian yang cukup baik. Penyiapan lahan untuk pertanian setiap tahun dengan cara pembakaran telah menyebabkan berkurangnya lapisan gambut pada Delta Barito. Penelitian ini masih merupakan penelitian pendahuluan, oleh karena itu perlu pengkajian lebih lanjut mengenai volume gambut yang berkurang setiap tahun akibat pembakaran lahan gambut karena adanya kecenderungan dan indikasi lapisan gambut yang semakin berkurang akibat aktivitas pembakaran lahan gambut dan perubahan penggunaan lahan di Delta Barito.

KESIMPULAN

Tanah gambut di Delta Barito termasuk pada *topogenic peat* atau gambut yang berkembang di belakang tanggul dan termasuk kaya unsur hara. Kematangan gambut di Delta Barito diklasifikasikan sebagai saprik. Penggunaan lahan yang intensif di Delta Barito adalah untuk pertanian.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai volume gambut yang berkurang akibat adanya pembakaran lahan pada daerah pertanian setiap tahun. Selain itu, belum ada pengkajian lebih lanjut mengenai dampak perubahan penggunaan lahan pada ekosistem lahan gambut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan bagian dari disertasi di Program Doktor Ilmu Geografi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim promotor (Prof. Dr. Junun Sartohadi, M.Sc, Prof. Dr. Aris Marfai, M.Sc, Dr. Danang Sri Hadmoko, M.Sc) yang telah membimbing penulis dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada asisten lapangan (Muhammad Efendi, S.Pd, Muhammad Muhaimin, S.Pd, Hasa Noor Hasadi, S.Pd, Tati Suhartini, S.Pd, Apriyanto, S.Pd, Munayah, S.Pd, dan Abdullah Umin, S.Pd yang telah membantu dalam melaksanakan pengukuran lapangan).

DAFTAR PUSTAKA

- Arisanty, D., J. Sartohadi, Muh. A. Marfai, D.S. Hadmoko. 2012 The longterm morphodynamic of Barito Delta. *Journal of Environmental Science and Engineering B, Vol 1. No 10, pp 1196-1202*
- Arisanty. D. 2013. Morphodynamic of Barito Delta, Southern Kalimantan. *Disertasi*. Program Doktor Ilmu Geografi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Arisanty, D., J. Sartohadi, Muh. A. Marfai, D.S. Hadmoko, 2013. Delta Barito sebagai sumberdaya kepebisiran di Kalimantan. *Prosiding Seminar dan Pertemuan Ilmiah Tahunan ke XVI Ikatan Geograf Indonesia (IGI)*. Banjarmasin.
- Arisanty, 2014. Perubahan Penggunaan Lahan di Delta Barito, Kalimantan. *Jurnal Intrasent. Volume 1, Nomor 1, Februari 2014*.
- BAPPENAS, 2009. *Dokumen Perencanaan dan Pelaksanaan Repelita I Tahun 1969/70 - 1973/74* (online), 29 January 2009, <http://www.bappenas.go.id/node/42/1701/repelita-i-tahun-196970---197374/>, access 25 December, 2012.
- Barchia, M.F. 2006. *Gambut, Agroekosistem dan Transformasi Karbon*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bird, E.C.F. 2008. *Coastal Geomorphology: An Introduction. Second Edition*. John Wiley and Sons Ltd., England
- Coleman, J.M., H.H. Robert, and G.W.Stone, 1998. Mississippi River Delta: An Overview, *Journal of Coastal Research, Vol. 14, No. 3, pp 698-716*.
- Davis, R.A. Jr. 1978. *Coastal Sedimentary Environment*. Springer-Verlag, New York.
- Djuwansah, M.R. 1984. Penelitian Tanah di Daerah Tabunganen-Kuala Lupak Delta Barito, Kalimantan Selatan. *Laporan Penelitian*. Lembaga Geologi dan Pertambangan Nasional, LIPI, Jakarta.
- Djuwansah, M.R. 1985. Sedimentologi, vegetasi dan pedologi di Delta Barito. *Laporan Penelitian*. Lembaga Geologi dan Pertambangan Nasional, LIPI, Jakarta.
- Gupta, A. 2007. *Large Rivers Geomorphology Management*. John Wiley & Sons Ltd, England. ISBN 978-0-470-84987-3.
- Hensel, P. E. , J.W.Jr. Day, D.P. Pont. 1999. Wetland Vertical Accretion and Soil Elevation Change in the Rhone River Delta, France: The Importance of Riverine Flooding. *Journal of Coastal Research, Vol. 15, No. 3, pp 668-681*.

- Mathers, S. and J. Zalasiewicz. 1999. Sedimentary Architecture of the Red River Delta, Vietnam. *Journal of Coastal Research*, Vol. 15, No. 2, pp 314-325.
- Ritter, D.F., R.C. Kochel, J.R. Miller. 1995. *Process Geomorphology. Third Edition*. Wm.C. Brown Communication Inc., United States of America
- Rovira, I. and C. Ibàñez. 2007. Sediment Management Options for the Lower Ebro River and its Delta. *Journal of soil sediment*, 7(5), pp 285-295.
- Sato, T. and F. Masuda, 2010. Temporal Changes of a Delta: Example from the Holocene Yahagi delta, central Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86, pp 415–428.
- Sukandarrumidi. 2004. *Batubara dan Gambut*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Summerfield, M.A. 1991. *Global Geomorphology. An introduction to the study of landform*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Van Maren, D.S. 2004. Morphodynamics of the Cyclic Prograding Delta: the Red River, Vietnam. *Dissertation*. Royal Dutch Geographical Society/Faculty of Geosciences, Utrecht University, the Netherland.
- Wiegel, R.L. 2009. The Nile River Delta Coast and Alexandria Seaport, Egypt: A Brief Overview of History, Problems, and Mitigation. *Hydraulic Engineering Laboratory, Report UCB/BEL 2009-1*.
- Wahyunto, S. Ritung, Suprpto, W.J. Suryanto. H. Subagyo. 2004. *Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Kalimantan 2000-2002. First Edition*. Wetland International-Indonesia Programme, Bogor.