

Peranan Vegetasi Batata Pantai (*Ipomoea pes-caprae*) Dalam Mereduksi Erosi Gisik Di Sepanjang Pantai Teluk Amurang, Sulawesi Utara

Effendi P. Sitanggang

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
Tel: (0431) 868905, Faks: (0431) 852527, HP: 08124413377, epstagg582004@yahoo.com

Abstrak

Gisik pantai Sulawesi Utara riskan terkena erosi karena aktivitas manusia dan lau serta kurangnya tanaman pelindung pantai. *Ipomoea pes-caprae*, dengan nama lokal 'batata pantai', merupakan salah satu spesies tumbuhan yang umumnya tumbuh di sekitar garis pantai. Penelitian ini untuk mengetahui peranan batata pantai dalam mereduksi erosi gisik melalui kajian substratnya. Lima stasiun di sepanjang hamparan gisik Teluk Amurang dipilih sebagai lokasi penelitian. Data dikumpulkan dengan menggunakan metode deskriptif dan metode transek. Transek ukuran 50 x 50 cm yang dibagi dalam 25 bagian (100%) ukuran 10 x 10 cm digunakan untuk menentukan persen tutupan vegetasi. Sepuluh persen tutupan (selang 10%) digunakan pada lokasi-lokasi bervegetasi batata pantai dan 0% untuk lokasi yang tidak bervegetasi. Contoh sedimen seberat 100 sampai 150 g diambil dari setiap persen tutupan, kemudian diayak dengan ayakan AFNOR untuk mendapatkan berat dari setiap kelompok butiran sedimen, lalu mengkonversikannya ke skala Wentworth untuk mendapatkan nilai rata-rata empirik, penyortiran, kemencengan, dan peruncingan. Kehadiran batata pantai dapat mereduksi erosi gisik, dengan mengikat sekitar 31% pasir sedang dan halus, serta mengikat pasir sangat halus dan debu dua kali lebih besar dibandingkan gisik tanpa kehadiran vegetasi tersebut.

Kata kunci: batata pantai (*Ipomoea pes-caprae*), gisik, erosi, sedimen, Teluk Amurang

Abstract

The beach of North Sulawesi is risk to erode caused by human and natural sea activities and the lack of coastal vegetation. *Ipomoea pes-caprae*, with local name 'batata pantai', is one of the vegetation species commonly growing on beach. This research is to know the role of batata pantai in reducing beach erosion by studying their substrates. Five stations along the coast of Amurang Bay are taken as research locations. Data are collected by using a descriptive and transect methods. A transect of 50 x 50 cm, divided into 25 sections (100%) of 10 x 10 cm is used to determine the percent cover of vegetation. Ten percent covers (interval 10%) are applied to the vegetative sites and 0% to non-vegetative sites. Sediment samples of 100 to 150 g are taken from each percent cover and sieved using AFNOR's sieves to obtain the weight of each grain size group, and convert each to Wentworth's scale to obtain the value of empirical mean, sorting, skewness, and kurtosis. The presence of batata pantai on the beach can reduce erosion by consolidating about 31% of medium and fine sands, and consolidate very fine sands and clays twice greater than beach without this vegetation.

Key words : batata pantai (*Ipomoea pes-caprae*), beach, erosion, sediment, Amurang Bay

Pendahuluan

Ditinjau dari tampilan fisik maupun dari tataguna lahan, saat ini tidak sedikit daerah di sepanjang pesisir pantai Semenanjung Minahasa Provinsi Sulawesi Utara dalam keadaan rawan akibat erosi. Erosi pantai sering terjadi akibat: (a) curah hujan yang berlebihan, (b) aktivitas manusia di daerah pantai, (c) peristiwa alamiah laut, dan (d) kurangnya bangunan-bangunan dan atau tanaman-tanaman pelindung pantai di

sekitarnya. Erosi dan abrasi pantai sering terjadi pada lahan pantai yang kondisi fisiknya tidak stabil. Kondisi tersebut berkemungkinan lebih besar terjadi pada daerah pantai yang tidak bervegetasi.

Keberadaan batata pantai (*Ipomoea pes-caprae*), secara logis dapat memberikan pengaruh yang berarti pada lahan dan partikel yang menghampirinya. Struktur perakaran yang menancap pada lahan, dapat berpengaruh terhadap penampilan fisik sedimen.

Dengan demikian, substrat (dalam hal ini sebaran granulometrik sedimen) yang menjadi lahan tempat hidup tumbuhan ini menjadi penting untuk dipelajari dalam kaitannya dengan erosi.

Ipomoea pes-caprae, dengan nama lokal 'batata pantai', merupakan spesies tumbuhan yang sering dijumpai tumbuh di sekitar garis pantai, terutama pada lidah pasir, serta memiliki peranan penting dalam ekosistem pantai, seperti pelindung alamiah garis pantai terhadap erosi (Tomascik *et al.*, 1997). Vegetasi ini biasanya tumbuh dekat mangrove serta tergolong tumbuhan yang berstruktur kuat (Jaccarini dan Martens, 1992).

Friedman (1994), mengklasifikasikan *Ipomoea pes-caprae* (Gambar 1) sebagai berikut : Plantae (Dunia), Anthrophyta (Divisi), Dicotyledonae (Kelas), Solanales (Ordo), Convolvulaceae (Famili), *Ipomoea* (Genus), *Ipomoea pes-caprae* (Spesies). Menurut Forbes (1885) dalam Tomascik *et al.* (1997), batata pantai memiliki karakteristik berdaun dua keping yang terbelah yang sering disebut kuku kambing. Seperti kelompok vegetasi lainnya, spesies ini dapat menyebar ke areal baru melalui angin, arus, unggas, laut, kelelawar, dan lain-lain (Ulrich, 1992).

Batata pantai memiliki distribusi geografis yang relatif luas di daerah-daerah pantai tropis. Vegetasi ini dapat pula dijumpai pada pantai-pantai tropis semi terbuka yang berkapur, seperti pada gumuk litoral terbuka atau beting gisik bahkan melampaui daerah litoral (Hopley, 1992 dalam Tomascik *et al.*, 1997). Pada daerah berterumbu karang atau berpasir, tipe vegetasi ini dapat berkembang pada kondisi lingkungan yang keras dan tidak stabil, seperti lidah pasir, karena spesies ini memiliki toleransi besar terhadap air laut yang mempengaruhi pertumbuhan awalnya.

Tumbuhan yang perkembangbiakannya relatif cepat ini, sering dicabut dan dibuang karena dianggap sebagai pengganggu bagi kenyamanan anak-anak nelayan yang sering bermain di sepanjang pasir pantai. Padahal batata pantai ini mampu mengubah kondisi lingkungan yang tidak stabil menjadi stabil, serta mendukung keberadaan spesies lain yang akan menempati lingkungan tersebut. Kehadiran spesies ini juga mampu menstabilkan keadaan yang keras dengan mengubah komposisi fisika dan kimia dari sedimen pantai (Tomascik *et al.*, 1997). Di samping berperan mendeposisikan sedimen, vegetasi yang tumbuh menghampari pantai ini juga berperan dalam menjaga menstabilkan lahan pantai, serta menampilkan lahan dengan kemiringan antara 10°-15°.

Daerah pesisir pantai Teluk Amurang yang terletak di Semenanjung Minahasa bagian utara, merupakan salah satu kawasan yang cukup strategis dalam menunjang pengembangan bidang kelautan dan perikanan, termasuk wisata. Di daerah ini terdapat berbagai bentuk lahan, seperti gumuk pasir, beting gisik, lidah pasir, delta, hutan bakau, padang rumput laut, dan terumbu karang.

Daerah ini memiliki pantai dan dasar perairan yang relatif miring ke arah laut, dengan kedalaman maksimum 750 dan 800 m (Bakosurtanal, 1995). Dengan demikian, dinamika Laut Sulawesi langsung mempengaruhi dinamika wilayah perairan dan pesisirnya. Arus di perairan Teluk Amurang ini didominasi arus pasut bertipe campuran yang condong ke harian ganda, yang mengalir dari arah barat atau barat laut, bahkan sering terjadi badai angin barat dan selatan. Sungai-sungai yang bermuara di Teluk Amurang seperti Sungai Ranoyapo, Ranomea, Sosongea, Ranotuana, Nimanga, dan Popareng, di samping berperan sebagai pemasok air tawar bagi laut, juga sebagai media untuk mengangkut sedimen dari darat ke laut. Hasil analisis data curah hujan bulanan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Manado, rata-rata curah hujan tercatat 2-3 m/tahun di mana pada Juni-Desember curah hujan rata-rata tercatat 141 mm/bulan.

Sedimen yang terhampar di pesisir Teluk Amurang didominasi oleh endapan sungai, yang oleh Friedman (1994) dikatakan memiliki kemencengan (*skewness*) positif, dengan diameter butiran cenderung halus sampai sedang (Pusat Penelitian Geologi Kelautan, 1996). Sedimen diklasifikasikan berdasarkan jenis dan ukurannya mengikuti skala Wentworth sebagaimana dikemukakan dalam Pethick (1992) dan skala AFNOR (*Association Française pour la Normalisation*) sebagaimana dikemukakan dalam Pinot (1992). Sedimen pada gumuk litoral biasanya berukuran halus sampai sedang yang pemusatannya secara nyata lebih kecil dari nilai pemusatan partikel penyusun gisik (Paskoff, 1994).

Materi dan Metode

Penelitian yang dilaksanakan pada Desember 2004 ini berlokasi di 5 stasiun di sepanjang pesisir pantai Teluk Amurang Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara (Gambar 2), yaitu 1 stasiun di Desa Matani, 2 stasiun di Desa Tumpaan Dua, dan 2 stasiun di Desa Lopana. Metode deskriptif (Eberhart and Thomas, 1991) diterapkan pada data contoh sedimen, sementara metode transek kuadrat (Marine Plant Ecology Group, 2001) digunakan

menghitung persentase luas tutupan batata pantai.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari : peta Sulawesi (Pantai Utara dan Timur Laut, Tg. Mariri - Tg. Tolu) skala 1 : 200.000 and Peta Lingkungan Pantai Indonesia skala 1 : 50.000, kuadrat, *slant rule*, GPS, meteran, ayakan, sodokan, timbangan analitik, kantong plastik, kamera, dan alat-tulis menulis.

Pengambilan dan pengukuran contoh

Persentasi tutupan vegetasi

Pengukuran persentase tutupan vegetasi menggunakan tansek kuadrat ukuran 50 cm x 50 cm yang dibagi atas 25 petak ukuran 10 cm x 10 cm. Posisi kuadrat diletakkan tegak lurus terhadap garis pantai (tanpa garis transek), tersebar mengikuti persentase tutupan 10 sampai 100% (interval 10%) dengan tiga kali ulangan tiap stasiun. Tiap petak pada kuadrat mewakili nilai 4% bila terisi, sehingga total 25 petak yang terisi adalah 100%.

Granulometri sedimen

Penarikan contoh sedimen dilakukan pada kedalaman akar maksimum dari batata pantai dengan satu kali ulangan tiap kuadrat, ditambah satu contoh sedimen dari lahan kosong (tutupan 0%) sebagai kontrol (pembanding). Sekitar 100-150 g contoh sedimen diambil dari tiap kuadrat untuk perlakuan laboratoris. Pemisahan jenis dan butiran sedimen dilakukan dengan ayakan AFNOR. Berat kumulatif menurut mata ayakan diklasifikasikan berdasarkan skala AFNOR (Pinot, 1992) dan skala Wentworth (Pethick (1992).

Model dan cara data analisis

Persentase tutupan batata pantai dalam tiap kuadrat 50 cm x 50 cm dihitung dengan mengacu pada Marine Plant Ecology Group (2001), yaitu :

$$C = g_i / G$$

di mana:

- C = nilai persentase tutupan,
- g_i = jumlah petak yang terisi
- G = jumlah petak dalam tiap kuadrat

Dari grafik hubungan antara persentase kumulatif dan diameter butiran yang dihasilkan dari skala AFNOR, kemudian dikonversikan ke skala Wentworth untuk mendapatkan nilai-nilai dari peubah-peubah distribusi granulometri, yang terdiri dari : rataan empirik atau *emprical mean* (M_z), penyortiran atau *sorting* (S_o), kemencengan atau *skewness* (S_k), dan peruncingan atau

kurtosis (K_g), dengan menggunakan rumus-rumus yang dikemukakan oleh Ford dan Ward *dalam* Sitanggang (2000).

Hasil dan Pembahasan

Pada Tabel 1 ditampilkan ukuran hamparan vegetasi batata pantai (*Ipomoea pes-capare*) di 5 stasiun observasi, dan Gambar 3 menunjukkan nilai persentase berat menurut jenis (ukuran) sedimen, dengan dan tanpa kehadiran batata pantai di atas hamparan gisik (*beach*). Di sini terlihat bahwa pasir sedang mendominasi persentase berat sedimen kemudian diikuti pasir halus (total kedua jenis sedimen ini tercatat 78,33% dari jumlah keseluruhan jenis sedimen) pada hamparan gisik di mana terdapat vegetasi batata pantai. Sementara pada hamparan gisik tanpa vegetasi tersebut, kedua jenis sedimen ini tercatat 47,45%. Ini berarti bahwa pada hamparan gisik bervegetasi batata pantai mampu mengikat ('menahan') sekitar 31% kedua jenis sedimen tersebut. Di samping itu, kehadiran batata pantai ini mampu pula mengikat sedimen yang lebih halus dari pasir halus, yakni pasir sangat halus dan debu, 2 kali lebih besar dibandingkan hamparan gisik tanpa vegetasi batata pantai. Pasir sangat halus dari 0,24% pada hamparan gisik tanpa vegetasi menjadi 0,48% dengan vegetasi, dan debu dari 0,02% menjadi 0,05%. Hasil analisis ini mengindikasikan bahwa keberadaan vegetasi batata pantai di atas hamparan gisik secara langsung memberikan pengaruh pada granulometri sedimen. Hal ini sesuai dengan informasi PPGK (1996) yang mengemukakan bahwa sedimen yang terhampar di pesisir pantai Teluk Amurang didominasi oleh endapan sungai, yang oleh Friedman (1994) dikatakan memiliki kemencengan positif (diameter butiran cenderung sedang sampai halus). Dapat juga dikatakan bahwa dominasi pasir sedang dimungkinkan juga oleh bentuk permukaan hamparan vegetasi yang kesat. Kekesatan tersebut akan menurunkan kecepatan energi angin dan proses laut yang menyebabkan akumulasi pasir (Paskoff, 1994). Sebagai contoh, adalah kasus pada gumuk litoral yang membuktikan sifat selektif dari aksi angin yang menyortir partikel sedimen, sehingga terdistribusi dengan ukuran halus sampai sedang.

Hasil analisis terhadap contoh sedimen dari 5 stasiun observasi menghasilkan nilai peubah-peubah distribusi granulometri sedimen sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Hasil kalkulasi nilai rataan empirik menunjukkan bahwa di hamparan gisik di mana tidak terdapat vegetasi batata pantai, pasir sedang dominan pada stasiun (1, 3 dan 5) sedangkan pasir kasar pada 2 stasiun lainnya (2 dan 4), sedangkan di hamparan gisik di mana terdapat batata pantai,

Tabel 1. Hampanan vegetasi batata pantai menurut stasiun.

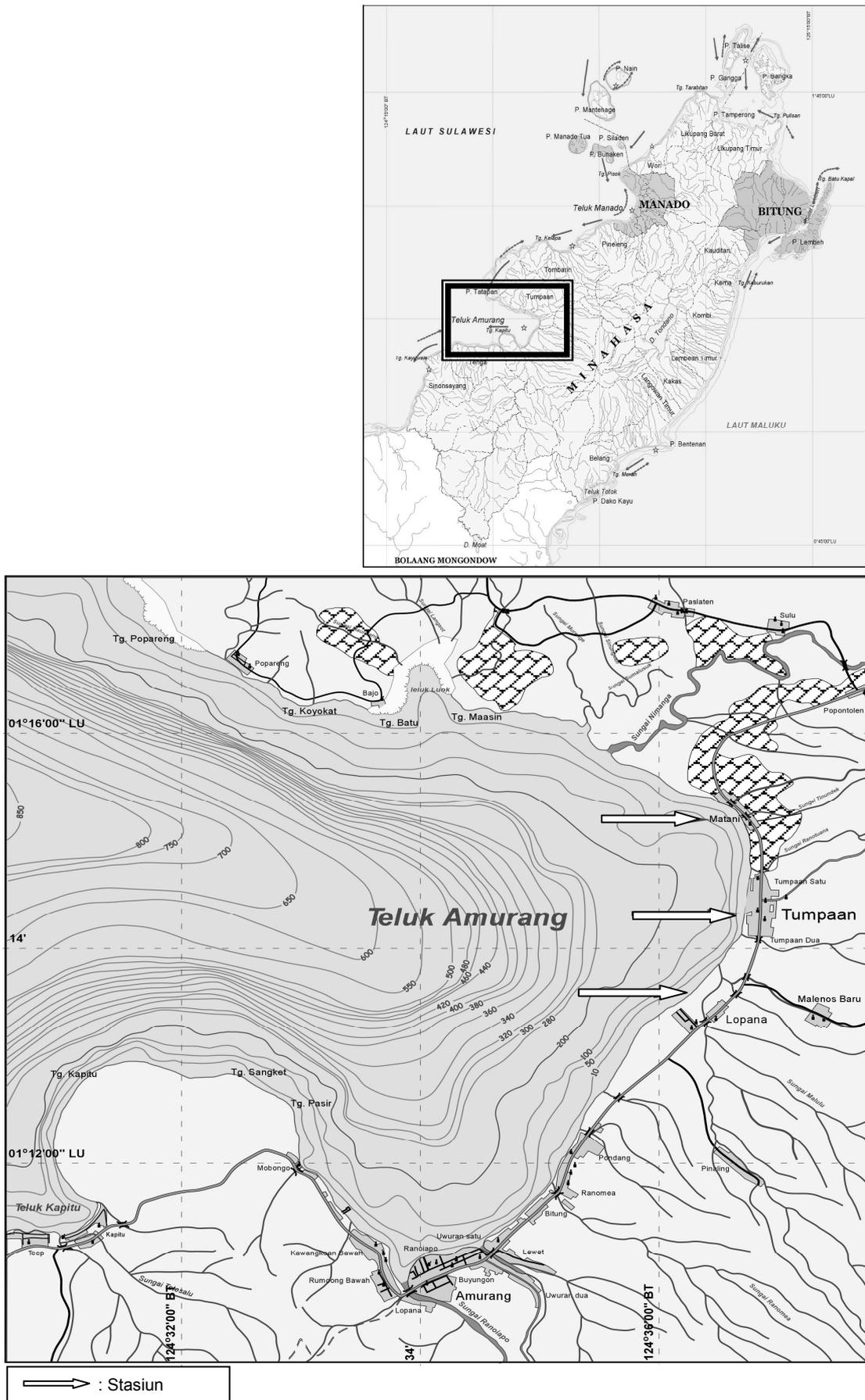
Sta-siun	Posisi geografis		Rataan jarak vegetasi ke garis pantai (m)		Ukuran hampanan vegetasi		Jarak (m) depan vegetasi dari permukaan pasang tertinggi
	Utara	Timur	depan	belakang	P (m)	L (m)	
1	1°14'47"	124°36'49"	2.3	29.0	100	26.8	2.2
2	1°14'16"	124°36'43"	3.6	10.5	10	7.5	3.0
3	1°14'02"	124°36'39"	3.4	9.6	21	6.0	3.3
4	1°13'45"	124°36'29"	15.0	28.0	120	13.0	15.0
5	1°13'26"	124°36'11"	3.5	9.0	25	6.0	3.0

Tabel 2. Nilai peubah granulometrik sedimen menurut persentase luas tutupan dan stasiun.

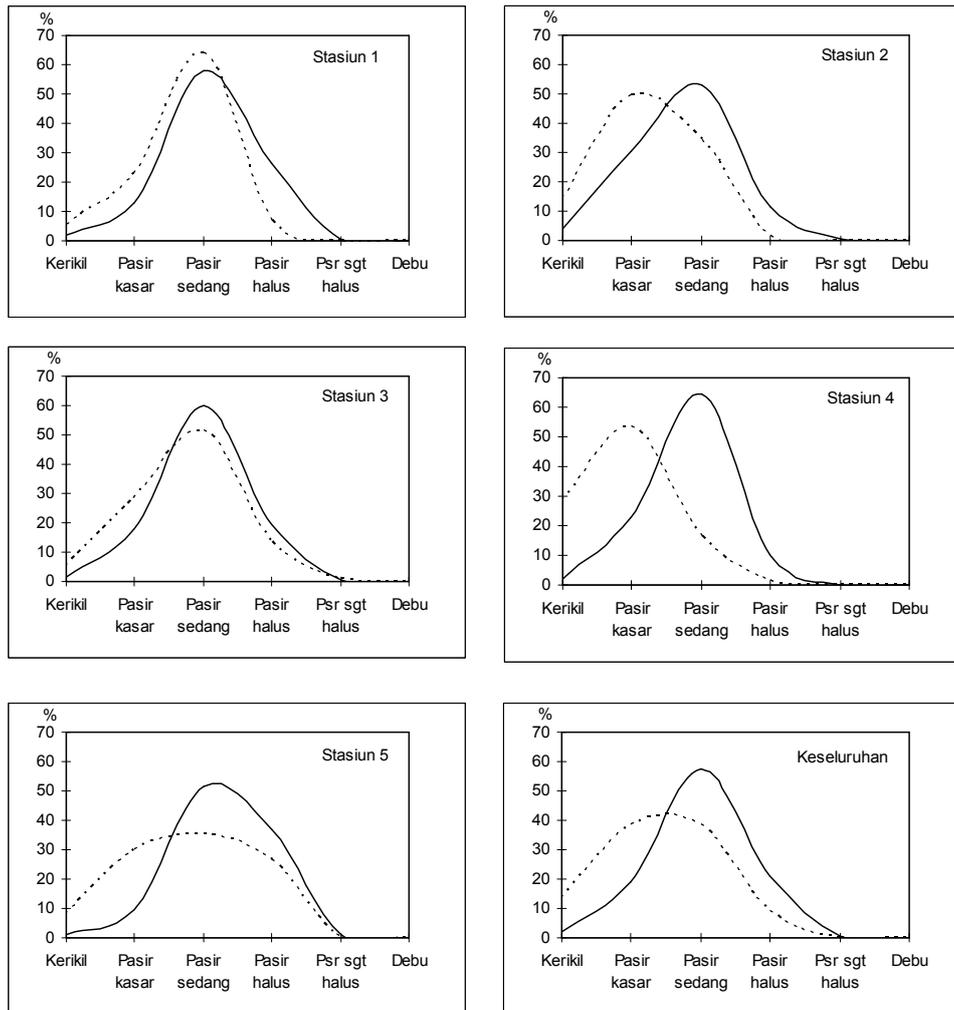
Sta-siun	Peubah	Persentase tutupan (%)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	Mz	0.0	-1.7	0.5	0.8	0.8	1.2	3.1	3.0	1.2	1.1	2.5
2		-1.0	-0.5	-0.1	-1.0	0.0	0.0	0.2	0.4	-0.3	1.2	1.2
3		-0.4	0.4	0.6	1.3	2.1	0.6	3.0	3.0	-0.5	0.5	0.5
4		-3.6	0.1	0.0	0.0	0.3	0.9	0.4	1.0	0.3	-0.3	-0.1
5		0.2	1.7	2.3	1.7	2.6	2.0	2.2	2.1	2.6	2.0	1.19
Keseluruhan		-0.96	0.00	0.66	0.56	1.16	0.94	1.78	1.90	0.66	0.90	1.06
1	So	0.88	1.18	0.86	0.67	0.73	0.68	0.63	0.61	0.61	0.63	0.73
2		0.95	0.92	0.92	0.95	0.96	0.96	0.92	1.04	0.86	0.69	0.69
3		0.87	0.80	0.64	0.95	0.57	0.66	0.75	0.76	0.87	0.64	0.63
4		0.95	0.59	0.60	0.57	0.60	0.81	0.70	0.78	0.81	0.90	0.82
5		1.19	0.86	0.74	0.85	0.67	0.78	0.74	0.77	0.65	0.95	0.82
Keseluruhan		0.97	0.87	0.75	0.80	0.71	0.78	0.75	0.79	0.76	0.76	0.74
1	Sk	-0.27	-0.10	-0.01	-0.06	0.10	-0.11	0.01	0.01	0.01	-0.02	-0.11
2		0.00	-0.05	-0.14	-0.01	-0.16	-0.16	-0.17	0.06	-0.08	-0.14	-0.15
3		-0.14	0.21	-0.09	0.28	-0.10	0.10	-0.11	-0.11	-0.04	-0.09	-0.10
4		-0.01	0.00	0.01	0.04	0.01	-0.09	-0.04	-0.11	-0.14	-0.08	-0.10
5		-0.17	-0.23	-0.15	-0.22	-0.12	-0.16	-0.14	-0.17	-0.08	-0.09	-0.20
Keseluruhan		-0.12	-0.03	-0.08	0.01	-0.05	-0.08	-0.09	-0.06	-0.07	-0.08	-0.13
1	Kg	1.20	0.99	1.02	1.05	1.02	1.07	0.99	1.05	1.01	1.04	1.07
2		0.86	0.91	0.97	0.84	0.93	0.93	1.00	0.96	0.95	1.07	1.08
3		0.97	1.39	1.03	0.90	1.33	1.18	1.01	1.02	0.96	1.05	1.04
4		1.12	1.14	1.14	1.14	1.09	1.14	0.85	1.08	1.08	0.90	0.98
5		0.74	1.25	1.19	1.17	1.22	1.20	1.24	1.17	1.18	1.24	1.26
Keseluruhan		0.98	1.14	1.07	1.02	1.12	1.10	1.02	1.06	1.04	1.06	1.09



Gambar 1. Batata pantai (*Ipomoea pes-caprae*) (secara skematis).



Gambar 2. Lokasi penelitian di Teluk Amurang, Sulawesi Utara



Gambar 3. Persentase jenis sedimen menurut stasiun amatan.
 --- tanpa *Ipomoea pes-caprae* — dengan *Ipomoea pes-caprae*

sedang mendominasi semua stasiun. Nilai penyortiran pada kelima stasiun relatif seragam dan dominan tersortir sedang. Kemencengan yang simetris granulometri terdapat pada stasiun 1 dan 4, namun pada stasiun 2, 3, dan 5, nilai tersebut terkriteria asimetris ke ukuran besar. Sementara itu, nilai peruncingan dominan mesokurtik pada 3 stasiun pertama, namun pada 2 stasiun terakhir nilai tersebut terkriteria leptokurtik.

Nilai rata-ran empirik (M_z) sebagai ekspresi ukuran rata-rata dari butiran sedimen berada pada kisaran 0,49-2,29 mm, namun secara umum butiran sedimen yang terikat atau berada di sekitar akar vegetasi batata pantai didominasi pasir sedang. Nilai rata-ran empirik yang ditampilkan oleh kuadrat tertutupan vegetasi cenderung memiliki kisaran diameter butiran yang lebih besar dibandingkan dengan contoh sedimen pada kuadrat bertutupan vegetasi. Besarnya granulometri sedimen tersebut dapat disebabkan oleh

proses laut (dominan) atau oleh hembusan angin yang berenergi besar (tidak dominan dan merupakan proses yang temporal), sehingga berpotensi mendistribusikan sedimen berdiameter lebih besar.

Bertolak dari nilai peubah distribusi granulometri sedimen yang variatif, dapat diperkirakan pengaruh keberadaan vegetasi ini dalam mengurangi besarnya energi dari proses laut. Keberadaan vegetasi batata pantai sekaligus dapat berperan sebagai penyortir partikel sedimen, memerangkap partikel halus, memadatkannya, sehingga antar satu partikel dengan partikel lainnya saling melekat dan berkaitan sehingga sulit tereduksi. Kondisi ini berpotensi dalam mendukung kestabilan lahan.

Sedimen di kelima stasiun tersortir sedang. Ini dapat diartikan bahwa ukuran partikel yang terhampar tidak mengalami percampuran yang berarti, karena energi dari proses laut yang terjadi relatif stabil dan bergerak teratur. Hal ini diindikasikan oleh ukuran

butiran sedimen pada kelima stasiun didominasi oleh pasir sedang atau pasir kasar saja. Energi angin umumnya tidak cukup kuat untuk memindahkan partikel yang lebih besar. Faktor yang paling berperan dalam distribusi sedimen di daerah ini adalah proses laut. Hasil analisis menunjukkan beberapa nilai dengan sortiran buruk adalah ukuran partikel yang terklasifikasi sebagai pasir kasar. Ini mengindikasikan bahwa energi dari proses laut yang bekerja cenderung tidak stabil (tidak teratur), menyebabkan partikel sedimen yang terdistribusi, terdiri atas beberapa jenis. Kelompok sedimen yang terklasifikasi tersebut, didominasi oleh pasir kasar. Distribusi partikel sedimen berukuran besar (kasar) ini, dimungkinkan oleh proses laut yang berenergi besar.

Nilai kemencengan di kelima stasiun bervariasi mulai dari simetris granulometri sampai asimetris ke ukuran besar. Komposisi sedimen yang terdistribusi pada punggung pantai sangat nyata dipengaruhi oleh komposisi sedimen pada bagian gisik dan beting gisik. Hal tersebut juga sesuai dengan laporan PPGK yang dikemukakan terdahulu, yang menyatakan bahwa sedimen gisik di sekitar Teluk Amurang didominasi oleh sedimen lokal, dan kurang mengalami masukan atau transpor sedimen dari sungai.

Nilai peruncingan pada stasiun 1, 2, dan 3 terkriteria mesokurtik (normal) dengan nilai pemusatan yang cenderung pasir kasar, sementara di stasiun 4 dan 5 terkriteria leptokurtik dengan nilai pemusatan yang cenderung pasir sedang.

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kehadiran vegetasi batata pantai di hamparan gisik (*beach*) di sepanjang pesisir pantai Teluk Amurang ternyata mampu memperkecil tergerusnya sedimen akibat erosi.

Namun untuk membentuk pemahaman yang lebih komprehensif terhadap keberadaan vegetasi batata pantai di atas hamparan gisik dihubungkan dengan distribusi granulometri sedimennya, perlu pula dilakukan kajian lanjutan pengaruh nyata hidroklimatik pada hamparan gisik dengan dan tanpa vegetasi batata pantai.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada para mahasiswa PS. Ilmu Perairan pada Program Pascasarjana Unsrat Angkatan Tahun 2003 yang telah membantu penulis dalam pengambilan data dan penanganan sampel, dan kepada kolega-kolega saya di Program Studi Ilmu Kelautan, yang telah menambah memperkaya pemahaman penulis terhadap obyek yang

diteliti, serta kepada Kepala Lab. Geomorfologi dan Hidro-oseanografi FPIK Unsrat. Terimakasih pula penulis sampaikan kepada *Reviewer of Indonesian Journal of Marine Sciences (IJMS)* Universitas Diponegoro, atas koreksi dan sarannya.

Daftar Pustaka

- Bakosurtanal, 1995. Peta lingkungan pantai Indonesia. Edisi I. Lembar LPI 2417-02 Amurang. ALRI. Jakarta.
- Eberhart, L.L. and Thomas, J.M. 1991. *Designing environmental studies*. *Ecol. Mono.* 61: 53 - 73.
- Friedman, F. 1994. Flores des Seychelles. Distyledones. ORSTOM Éditions. Paris.
- Jaccarini, V. and Martens, E. 1992. The ecology of mangrove and related ecosystems : Developments in hydrobiology. Kluwer Academic Publ. Dordrecht. The Netherlands.
- Marine Plant Ecology Group, 2001. Seagrass-net western pacific monitoring methods: Summary. Northern Fisheries Centre. CAIRNS, Australia.
- Pascoff, R. 1994. Les littoraux: Impact des aménagement sur les évolutions. 2^{ème} édition. Masson, Paris.
- Pethick, J. 1992. An introduction to coastal geomorphology. Edward Arnold. A Division of Hodder and Stoughton. London.
- Pinot, J.P. 1992. Techniques usuelles en recherches de géomorphologie et aménagement des littoraux (TURGAL). 01. Polycopie. Département de Géographie de la Mer. Université de Bretagne Occidentale (UBO), Brest.
- Pusat Penelitian Geologi Kelautan (PPGK), 1996. Survey tematik kelautan terintegrasi: Inventarisasi sumberdaya geologi dan geofisika kelautan di Wilayah WCMA Manado dan sekitarnya, Sulawesi Utara. Bandung.
- Sitanggang, E.P. 2000. Sedimentologi. Makalah. Disampaikan dalam Diklat pendalaman bidang ilmu geografi FPIPS IKIP. Manado, 21 Pebruari - 25 Maret 2000. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsrat. Manado.
- Tomascik, T., Mah, A.J., Nontji, A., Moosa, M.K. 1997. The ecology of the Indonesian Seas. Volume VIII. Periplus Editions (HK). Singapore.
- Ulrich, S., 1992. Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, Inc. London