

ANALISIS MODEL DINAMIK PERTUMBUHAN BIOMASSA RUMPUT LAUT GRACILLARIA VERRUCOSA

Kartono¹, Munifatul Izzati², Sutimin³, Dian Insani⁴

^{1, 3, 4}Jurusan Matematika FMIPA UNDIP

²Jurusan Biologi FMIPA UNDIP

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Semarang 50275

Abstract. The models of growth seaweed *Gracillaria* biomass are constructed by examining the result observation of pattern growth seaweed *Gracillaria* biomass in the field. Then, these result are presented by drawing graphic behavior of growth seaweed *Gracillaria* biomass. This graphic shows that behavior of growth form sigmoidal curve. According to some references the model of growth seaweed *Gracillaria* biomass is models of logistic growth with constant carrying capacity. The result of analysis show that the amount of biomass to reach maximum when the amount of seaweed *Gracillaria* biomass same to the carrying capacity.

Keywords: *Gracillaria*, *biomassa*, *logistic model*.

1. PENDAHULUAN.

Revitalisasi tambak budidaya udang windu sangat bermanfaat untuk mengembalikan dan menjaga kesehatan lingkungan tambak agar produksi udang windu meningkat tanpa berdampak pada lingkungan tambak (Izzati, 2004, 2005). Salah satu metode yang dapat dilakukan dalam mengembangkan revitalisasi udang windu adalah melakukan budidaya ganda udang windu dengan rumput laut, metode tersebut lebih efisien dan menguntungkan dibandingkan dengan metode lain, karena materi dan biaya yang diperlukan lebih rendah, sedangkan produk yang dihasilkan cukup tinggi dan berganda.

Rumput laut *Gracilaria* sangat cocok untuk pembudidayaan ganda udang windu, karena rumput laut *Gracilaria* ini, mempunyai peranan ekologis yang dominan dalam ekosistem perairan tambak udang windu. Rumput laut *Gracilaria* ini mampu merubah energi matahari menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Berkaitan dengan kemampuan tersebut, rumput laut *Gracilaria* ini menjadi pemegang peranan kunci dalam rantai makanan, menentukan kualitas perairan tambak (Neori, dkk 1996) dan menentukan struktur komunitas dalam ekosistem

(sistem hubungan timbal balik yang kompleks antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan abiotik yang bersama-sama membentuk suatu sistem ekologi) perairan, selain itu rumput laut *Gracilaria* sendiri merupakan sumber daya laut yang disamping bermanfaat sebagai bahan baku makanan sehat juga berperan penting dalam mengendalikan kualitas perairan tambak yakni sebagai faktor penentu dinamika oksigen perairan tambak. Kemampuan rumput laut dalam memperbaiki kualitas lingkungan perairan tambak telah terbukti dapat memberikan banyak manfaat terhadap perairan tambak, diantaranya sebagai faktor pemacu (*forcing function*) untuk menjaga kualitas air tambak agar tetap kondusif dalam pertumbuhan dan produksi udang windu. *Gracilaria* secara signifikan menghasilkan oksigen terlarut (DO) dan pH yang lebih tinggi dan selain itu *Gracilaria* juga menurunkan konsentrasi amonia dan nitrit yang bersifat racun bagi udang windu.

Untuk dapat mengetahui dan mengenali perilaku pola pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracilaria* dan memprediksi ukuran kerapatan optimum biomassa rumput laut *Gracilaria* sehingga oksigen terlarut selalu berada pada konsen-

trasi yang optimum dan kondusif untuk pertumbuhan dan produksi udang windu maka perlu dikonstruksi suatu model matematis yang dapat dipakai untuk menganalisis perilaku pola pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria*.

Oleh karena itu masalah dalam penelitian ini adalah mengkonstruksi dan menganalisa model pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* sehingga dapat diketahui ukuran kerapatan optimum dari biomassa rumput laut *Gracillaria*.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengenali perilaku pola pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* maka perlu dilakukan pengamatan ini dilaksanakan di LPWP Jepara dengan menggunakan akuarium, air tambak dan blower, dengan setiap 2 minggu sekali dilakukan pengambilan data.

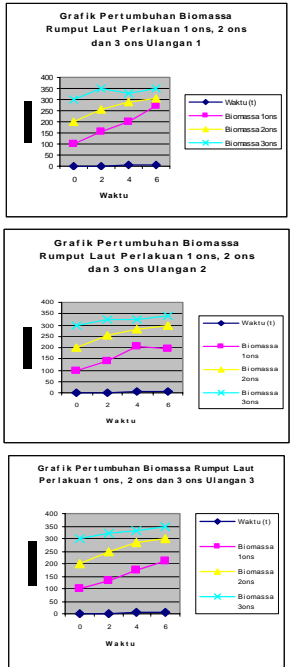
Pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* di pengaruhi antara lain oleh makanan, faktor-faktor lingkungan (intensitas cahaya, suhu, salinitas, dan gerak air). Makanan untuk pertumbuhan rumput laut bukan didapat dari bahan luar, melainkan planton-planton (organisme mengapung yang pergerakannya tergantung arus) yang ada di air tambak. Gerak air pada pertumbuhan rumput laut dilakukan dengan memasang blower. Salinitas pada pertumbuhan rumput laut dibuat dalam keadaan normal (konstan), tujuannya supaya air yang ada di dalam akuarium tidak terlalu asam. Suhu dan intensitas cahaya pada pertumbuhan rumput laut bergantung pada daya dukung lingkungan. Intensitas cahaya yang berlebihan dapat memberi pengaruh pada pertumbuhan rumput laut, karena faktor-

faktor di atas telah diupayakan maka pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* hanya diasumsikan bergantung pada waktu (Iain. C, Neish, 2006)

Tabel. 1 menunjukkan pada minggu 0, berat (biomassa) awal rumput laut *Gracillaria* sebelum pertumbuhan rumput laut ditimbang sesuai dengan perlakuan yaitu 1 ons, 2 ons dan 3 ons dengan setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pada minggu 2 pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* sudah mengalami pertumbuhan, pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* pada perlakuan 1 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 2 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 3 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan, Pada minggu 4 pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* perlakuan 1 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 2 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 3 ons ulangan 1 mengalami penurunan, ulangan 2 dan ulangan 3 mengalami kenaikan. Penurunan terjadi pada perlakuan 3 disebabkan karena tumbuhnya alga hijau. Pada minggu 6 pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* perlakuan 1 ons ulangan 1, ulangan 2 dan ulangan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 2 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Perlakuan 3 ons ulangan 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan. Pada minggu 8 pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* mengalami kepunahan (mati). Kepunahan terjadi karena pada saat minggu ke 8 mulai tumbuh alga hijau dan munculnya hewan pemakan air.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Pertumbuhan Biomassa Rumput Laut *Gracillaria*.

Waktu (Minggu)	Perlakuan 1 ons			Perlakuan 2 ons			Perlakuan 3 ons		
	ulgn 1	ulgn 2	ulgn 3	ulgn 1	ulgn 2	ulgn 3	ulgn 1	ulgn 2	ulgn 3
0	100	100	100	200	200	200	300	300	300
2	158	141	133	258	252	249	349	323	320
4	201	208	175	289	280	285	329	327	333
6	245	215	212	305	295	302	345	340	345



Gambar 1. Grafik 3 perlakuan dalam satu ulangan.

Gambar.1 menjelaskan bahwa grafik pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* cenderung membentuk suatu kurva sigmoidal yaitu pertumbuhannya meningkat dari nilai lambat, cepat dan akhirnya mendekati nilai konstan. Selanjutnya dilakukan uji tes kecocokan, apakah data yang diperoleh cenderung merupakan model logistik atau bukan. Menurut Jurnal Logistic Growth Models (<http://www.duke.edu>), tes kecocokan data dilakukan dengan menghitung rasio slope $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ dimana B menyatakan ukuran biomassa terhadap waktu t . Kemudian gambarlah grafik nilai ratio slope $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ terhadap nilai fungsi B (biomassa) dan ternyata bahwa grafiknya mendekati linear. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model logistik layak digunakan. Untuk memodelkan pertumbuhan rumput laut, dengan persamaan

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{K} \right) \quad (1)$$

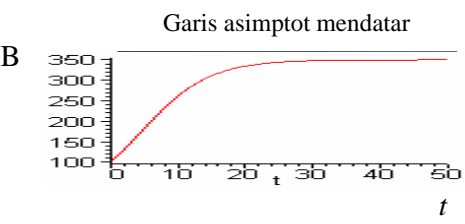
Persamaan (1) merupakan model pertumbuhan logistik dengan B menyatakan biomassa yang bergantung pada waktu t dan K menyatakan *carrying capacity* konstan, yaitu ukuran maksimum biomassa dan r adalah laju pertumbuhan intrinsik. Solusi dari persamaan (1) dengan kondisi awal pada saat $t = 0$, $B(0) = B_0$ adalah

$$B(t) = \frac{K}{1 + e^{-rt} \left(\frac{K}{B_0} - 1 \right)} \quad (2)$$

Nilai parameter K dapat diambil secara sembarang dengan syarat bahwa jika grafik dari $\ln \frac{B}{(K-B)}$ terhadap t adalah linear. Dalam perhitungan untuk data dalam penelitian ini, nilai parameter K adalah 350. Hasil komputasi dengan $K = 350$, $B_0 = 100$ maka diperoleh nilai $c = -0.9$ dan $r = 0.2$. Karena

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{KB_0}{B_0 + (K - B_0)e^{-rt}} = K \quad (3)$$

maka garis $B = K$ merupakan garis asimtot mendatar, sehingga ukuran biomassanya akan mendekati nilai K untuk nilai t yang semakin besar. Jika diperlihatkan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Biomassa dan K konstan.

Dengan menggunakan aturan perhitungan di kalkulus, nilai maksimum ukuran biomassa adalah

$$B_{\max} = K \quad (4)$$

Penyelesaian di atas menjelaskan bahwa biomassa rumput laut mencapai maksimum

ketika nilai biomassa sama dengan carrying capacity ($B_{max} = K$) sehingga pada saat itu rumput laut *Gracillaria* tidak lagi terjadi pertumbuhan.

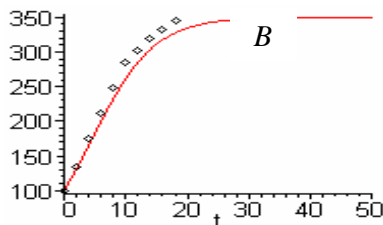
Dari persamaan (1) dapat diketahui hubungan antara laju pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* $\frac{dB(t)}{dt}$ dan biomassa rumput laut *Gracillaria* $B(t)$. Biomassa rumput laut *Gracillaria* akan mendekati titik kesetimbangan pada saat laju pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* bernilai nol (Stewart, 1999). Dari sini diperoleh bahwa nilai $B_1 = 0$ dan $B_2 = K$. Sedangkan laju pertumbuhan biomassa rumput laut (*Gracillaria*) maksimum terjadi ketika

$$B = \frac{K}{2} \tag{5}$$

dan waktu dimana laju pertumbuhan biomassa rumput laut *gracillaria* mencapai maksimum

$$t_{max} = -\frac{\ln\left(-\frac{B_0}{B_0 - K}\right)}{r} \tag{6}$$

Dengan nilai parameter-parameter ($K = 350, r = 0.2, B_0 = 100$) dan dengan membandingkannya dengan prediksi berdasarkan model diperoleh Gambar.3 berikut:



Gambar 3. Grafik antara data yang diprediksi model dan data lapangan.

Untuk menguji validasi data lapangan (sebenarnya) dan data model (aproksimasi) maka harus mencari perubahan dari data lapangan (sebenarnya)

ke data model (aproksimasi) dengan cara mencari error dari kesalahan sebenarnya (E_t) dan kesalahan relatif dengan rumus matematis sebagai berikut:

$$E_t = \text{data sebenarnya} - \text{data relatif} \tag{8}$$

Kesalahan relatif

$$= \frac{E_t}{\text{data sebenarnya}} * 100\% \tag{9}$$

Jika error dari kesalahan relatifnya kecil maka dapat dikatakan data model (aproksimasi) mendekati data lapangan (sebenarnya) sehingga data model (aproksimasi) dapat dikatakan cocok atau sesuai dengan data lapangan (sebenarnya) atau sebaliknya.

Tabel.2. Kesalahan mutlak dan Relatif Parameter Biomassa

Data Sebenarnya	Data Aproksimasi	E_t	Kesalahan Relatif
100	100	0	0.00
133	130	3	0.02
175	170	5	0.03
212	210	2	0.01
249	247	2	0.01
285	275	10	0.04
302	285	17	0.06
320	310	10	0.03
333	328	5	0.02
345	332	13	0.04

Tabel.2 menunjukkan bahwa kesalahan relatif dari parameter biomasanya kecil maka dapat dikatakan data model (aproksimasi) mendekati data lapangan (sebenarnya) sehingga data model (aproksimasi) dapat dikatakan cocok dan dapat dipakai sebagai model yang baik.

3. PENUTUP.

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pola pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria* cenderung membentuk kurva sigmoidal (pertumbuhannya meningkat dari nilai lambat, cepat dan akhirnya mendekati nilai tetap (konstan)) yang bergantung hanya pada waktu, sehingga model pertumbuhan biomassa rumput laut

Gracillaria merupakan model pertumbuhan logistik dengan carrying capacity konstan.

Pada model pertumbuhan biomassa rumput laut *Gracillaria*, kerapatan biomassa rumput laut *Gracillaria* mencapai maksimum ketika biomassa rumput laut sama dengan *carrying capacity*, sehingga pada saat itu rumput laut *Gracillaria* tidak lagi terjadi pertumbuhan.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Izzati, M. (2004), *Pertumbuhan rumput laut Gracillaria verrucosa dan Sargassum polycistum yang ditanam di perairan tambak*, SELLULA, ISSN: 0854-5367
 - [2] ----- (2005), *Peranan rumput laut dalam mengendalikan kualitas air tambak pada model budidaya ganda udang windu-rumput laut*, Disertasi Program Doktor ITB, Bandung.
 - [3] Neish, Ian C (2006), *Pergerakan air dan pertumbuhan rumput laut*, Jurnal www. Jasuda. Net.
 - [4] Neori, A, M.D. Krom, S.P. Ellner, C.E. Boyd, D. Propper, R. Robinovitch, P.J. Davidson, O. Dion, D. Zuber, M. Ucko, D. Angel, Gordin (1996), *Seaweed biofilter as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units*, Aquaculture, 141, 183-199
 - [5] Stewart, J. (1999), *Calculus*, fourth edition, ITP Company, Singapore. [\\http://www.Duke.edu](http://www.Duke.edu), 2000, Logistic Growth Model
-