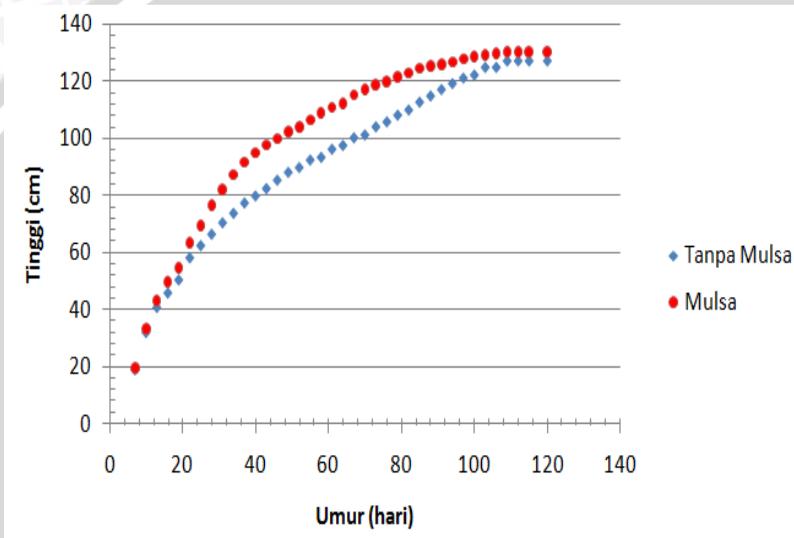


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Diagram Pencar

Diagram pencar tinggi tanaman kapas terhadap waktu dari masing – masing perlakuan disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram pencar tinggi tanaman kapas terhadap waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 pada perlakuan dengan pemberian mulsa dan tanpa mulsa tinggi tanaman relatif sama, kurang lebih sampai umur 19 HST. Tanaman yang diberi mulsa lebih tinggi daripada tanaman tanpa mulsa. Melihat diagram pencar ada kecenderungan kurva mengikuti pola sigmoid, sehingga diharapkan kecenderungan pola data bisa dimodelkan menggunakan model PB1 dan model JPPS.

4.2 Pendugaan Parameter Model Regresi Nonlinier

Pendugaan parameter yang digunakan adalah iterasi Newton Raphson, untuk iterasi tersebut dibutuhkan nilai duga awal. Perhitungan untuk penentuan nilai duga awal dapat dilihat pada Lampiran 4. Nilai duga awal model disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai duga awal parameter

Model	Parameter	Perlakuan	
		Tanpa Mulsa	Mulsa
PB1	h_1	127,420	130,420
	h_q	70,250	82,170
	q	31	31
	s_o	0	0
	s_1	0,0381	0,0609
JPPS	h_1	127,420	130,420
	C_1	-1,050	0,452
	C_2	0,3671	0,974
	C_3	1	1
	D_1	7	7
	D_2	19	19
	D_3	31	31

Nilai pada Tabel 4.1 digunakan sebagai nilai duga awal parameter pada iterasi Newton Raphson hingga diperoleh penduga parameter yang konvergen dengan bantuan GenStat 3. Hasil pendugaan parameter dapat dilihat pada Lampiran 5 dan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai duga parameter menggunakan iterasi Newton Raphson

Model	Parameter	Perlakuan	
		Tanpa Mulsa	Mulsa
PB1	h_1	144,288	134,447
	h_q	63,7	64,68
	q	28,1	22,53
	s_0	0,01733	0,03033
	s_1	0,01734	0,03034
JPPS	h_1	131,140	131,058
	C_1	1,194	1,193
	C_2	9,476	2,382
	C_3	1,946	10,09
	D_1	31,80	29,29
	D_2	76,78	38,80
	D_3	105,7	69,13

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan persamaan untuk masing-masing model sebagai berikut:

a. Model PB1

- Untuk perlakuan Tanpa Mulsa

$$h_t = 144,288 - \frac{2(144,288 - 63,7)}{e^{[0,01733(t-28,1)]} + e^{[0,01734(t-28,1)]}}$$

Pada persamaan PB1 untuk perlakuan tanpa mulsa diketahui bahwa tanaman mulai berbunga pada umur 28,1 HST dan tinggi tanaman saat itu mencapai 63,7 cm dengan laju pertumbuhan konstan sebelum berbunga sebesar 0,01733 cm/hari; dan laju pertumbuhan tanaman setelah pembungaan sebesar 0,01734 cm/hari dan pada pengukuran terakhir tinggi tanaman mencapai 144,288 cm.

- Untuk perlakuan dengan pemberian Mulsa

$$h_t = 134,447 - \frac{2(134,447 - 64,68)}{e^{[0,03033(t-22,53)]} + e^{[0,03034(t-22,53)]}}$$

Berbeda dari perlakuan tanpa mulsa, perlakuan dengan mulsa pada model PB1 diketahui bahwa umur ketika pembungaan terjadi lebih cepat, pada umur 22,1 HST dan tinggi tanaman mencapai 64,68 cm dengan laju pertumbuhan konstan sebelum berbunga sebesar 0,03033 cm/hari dan laju pertumbuhan setelah pembungaan sebesar 0,03034 cm/hari; dan pada pengukuran terakhir tinggi tanaman mencapai 134,447 cm.

b. Model JPPS

- Untuk perlakuan Tanpa Mulsa

$$h_t = 130,140 \left[1 - \frac{1}{1 + (t/31,80)^{1,194} + (t/76,78)^{9,476} + (t/105,7)^{1,196}} \right]$$

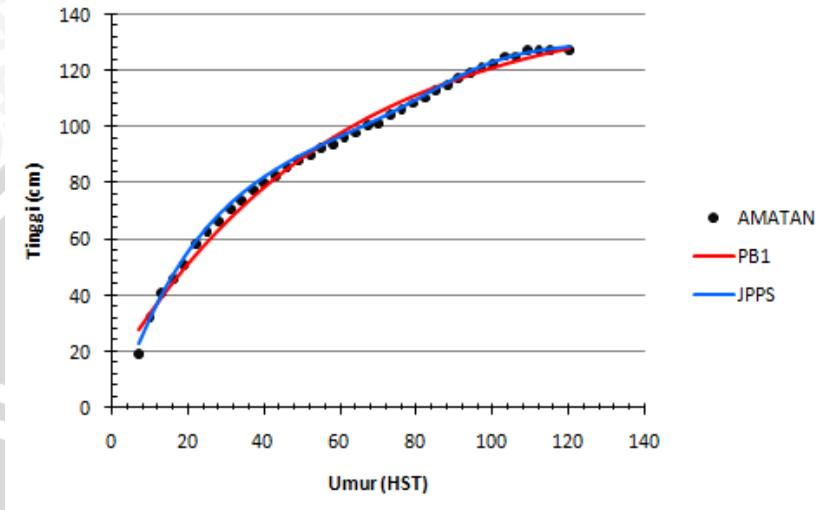
Berdasarkan nilai duga parameter pada Tabel 4.2 untuk model JPPS diketahui bahwa umur awal pertumbuhan 31,80 HST dengan ukuran eksponen 1,194 dan tanaman berbunga pada umur 105,7 HST dengan ukuran eksponen 1,196. Ukuran eksponen menggambarkan bentuk kurva pertumbuhan. Tinggi tanaman saat pengukuran terakhir pada model JPPS lebih kecil daripada model PB1 yaitu 130,140 cm.

- Untuk perlakuan dengan pemberian Mulsa

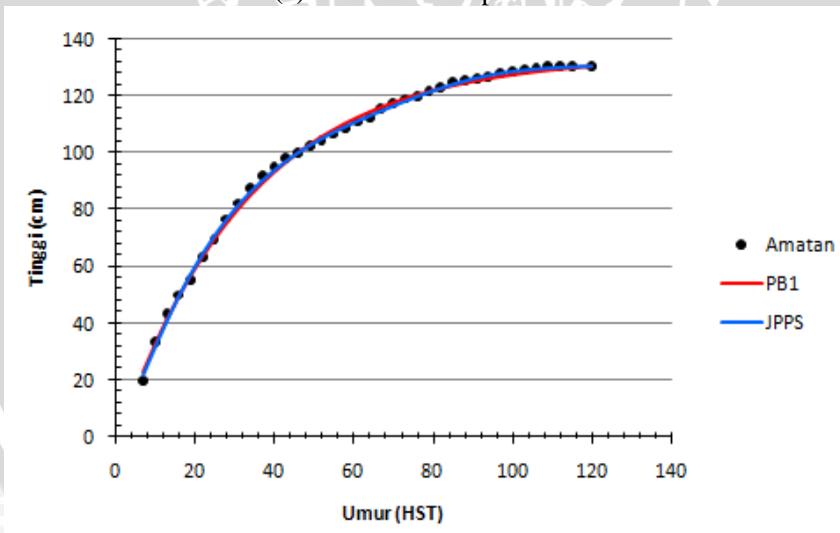
$$h_t = 131,058 \left[1 - \frac{1}{1 + (t/29,29)^{1,193} + (t/38,80)^{2,382} + (t/69,13)^{10,09}} \right]$$

Sedangkan pada perlakuan dengan pemberian mulsa pada model JPPS diketahui bahwa umur awal pertumbuhan terjadi lebih cepat, pada umur 29,29 HST dengan ukuran eksponen 1,193 dan umur ketika tanaman berbunga saat 69,13 HST dengan ukuran eksponen 10,09.

Diagram pencar tinggi tanaman dari masing-masing perlakuan untuk data amatan, prediksi model PB1 dan model JPPS disajikan pada Gambar 4.2:



(a) Perlakuan tanpa mulsa



(b) Perlakuan dengan pemberian mulsa

Gambar 4.2 Diagram pencar antara umur dan prediksi model

Pada model PB1 dengan perlakuan tanpa mulsa tanaman mulai berbunga umur 28 HST, sedang pada perlakuan menggunakan mulsa tanaman mulai berbunga lebih cepat yaitu pada umur 22 HST. Pada model JPPS dengan perlakuan tanpa pemberian mulsa tanaman mulai berbunga terjadi pada umur 105 HST, sama halnya pada model PB 1 pada perlakuan dengan pemberian mulsa tanaman mulai berbunga lebih cepat terjadi yaitu pada umur 69 HST. Hal ini berdasarkan hasil nilai duga parameter yang didapatkan pada masing-masing model.

Perbedaan waktu mulai berbunga pada model dikarenakan pemberian perlakuan yang berbeda pada saat penanaman. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian mulsa mempercepat pertumbuhan tanaman kapas. Penggunaan mulsa pada penanaman menunjukkan komponen pertumbuhan dan produksi kapas lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan mulsa.

4.3 Pengujian Parameter Model

4.3.1 Pengujian Parameter Model Secara Simultan

Hipotesis untuk pengujian parameter menggunakan uji F adalah

H_0 : Model tidak layak digunakan

H_1 : Model layak digunakan

Hasil pengujian parameter menggunakan uji F dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 5 dan secara ringkas pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji F setiap model.

Model	Perlakuan	F hitung	F tabel	Keputusan	Kesimpulan
PB1	Tanpa Mulsa	9159,370	2,32	Tolak H_0	Model layak digunakan
	Mulsa	45031,680			
JPPS	Tanpa Mulsa	66299,920			
	Mulsa	59587,459			

Berdasarkan hasil pengujian, nilai $F_{hitung} > F_{(k,n-k-1)}^\alpha$ dimana $F_{(7,31)}^{0,05} = 2,32$ maka diputuskan tolak H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan model layak digunakan untuk menggambarkan pola pertumbuhan tanaman kapas.

4.3.2 Pengujian Parameter Model Secara Parsial

Hipotesis untuk pengujian parameter menggunakan uji t adalah

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0$$

Hasil pengujian parameter menggunakan uji t dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 6 dan secara ringkas pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4. Hasil uji t pada Model PB 1.

Parameter	t tabel	t hitung	
		Tanpa Mulsa	Mulsa
h_1	0,662	153,989	175,289
h_q		4,109	10,534
q		2,531	7,742
s_0		-	8,378
s_1		-	8,381

Berdasarkan hasil pengujian, pada perlakuan tanpa mulsa untuk parameter h_1 , h_q , dan q didapatkan nilai $t_{hitung} > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-k-1)}$ dimana $t_{(0,025,31)} = 0,066249$ maka diputuskan tolak H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara parameter h_1 , h_q , dan q dengan peubah respon dalam model. Sedangkan untuk parameter s_0 dan s_1 tidak mempunyai pengaruh dalam model, tapi tetap dimasukkan dalam analisis karena model awal sudah terbentuk dan juga agar tidak mengurangi informasi dari model.

Hasil berbeda didapatkan pada perlakuan dengan pemberian mulsa nilai $t_{hitung} > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-k-1)}$ untuk semua parameter dimana $t_{(0,025,31)} = 0,066249$ maka diputuskan tolak H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara parameter h_1 , h_q , q, s_0 dan s_1 dengan peubah respon dalam model.

Tabel 4.5. Hasil uji t pada Model JPPS

Parameter	t tabel	t hitung	
		Tanpa Malsa	Malsa
h_1	0,66249	137,423	153,464
C_1		11,158	8,772
C_2		13,124	7.352
C_3		2,705	7,474
D_1		9,244	4,555
D_2		63,454	5,352
D_3		-	-

Berdasarkan hasil pengujian, pada kedua perlakuan untuk parameter $h_1, C_1, C_2, C_3, D_1,$ dan D_2 didapatkan nilai $t_{hitung} > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-k-1)}$ dimana $t_{(0,025,31)} = 0,066249$ maka diputuskan tolak H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara parameter $h_1, C_1, C_2, C_3, D_1,$ dan D_2 dengan peubah respon dalam model. Sedangkan untuk parameter D_3 tidak mempunyai pengaruh dalam model, tapi tetap dimasukkan dalam analisis karena model awal sudah terbentuk dan juga agar tidak mengurangi informasi dari model.

4.4 Pengujian Asumsi

4.4.1 Kenormalan Galat

Hipotesis uji asumsi kenormalan galat menggunakan statistik uji Kolmogorov Smirnov adalah

H_0 : Galat menyebar normal, lawan

H_1 : Galat tidak menyebar normal

Hasil pengujian asumsi kenormalan galat menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 8 dan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.6. Hasil uji Kolmogorov Smirnov setiap model.

Model	Perlakuan	P-value	Tingkat Kesalahan(α)	Keputusan	Kesimpulan
PB1	Tanpa Malsa	0,889	0,05	Terima H_0	Galat menyebar normal
	Malsa	0,712			
JPPS	Tanpa Malsa	0,328			
	Malsa	0,823			

Berdasarkan hasil pengujian, nilai $p > \alpha$ (0,05) maka diputuskan menerima H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa galat untuk semua model menyebar normal.

4.4.2 Kehomogenan Ragam Galat

Hipotesis uji asumsi kehoogenan ragam galat menggunakan statistik uji Glejser adalah

H_0 : Ragam galat homogen, lawan

H_1 : Ragam galat tidak homogen

Hasil pengujian asumsi kehomogenan ragam galat dengan menggunakan uji Glejser dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 8 dan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.7. Hasil uji Glejser setiap model

Model	Perlakuan	P-value	Tingkat Kesalahan(α)	Keputusan	Kesimpulan
PB1	Tanpa Malsa	0,748	0,05	Terima H_0	Ragam galat homogen
	Malsa	0,218			
JPPS	Tanpa Malsa	0,830			
	Malsa	0,823			

Berdasarkan hasil pengujian, nilai $p > \alpha$ (0,05) maka diputuskan menerima H_0 dengan tingkat kesalahan sebesar 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk semua model ragam galat homogen.

4.5 Pemeriksaan Kebaikan Model

Pemeriksaan kebaikan model digunakan ialah koefisien determinasi disesuaikan (R_{adj}^2). Menurut Draper dan Smith (1992), R_{adj}^2 mengukur proporsi keragaman yang dapat dijelaskan oleh model yang telah disesuaikan dengan melibatkan derajat bebas galat dan total. AIC_c merupakan ukuran kebaikan model, model baik digunakan apabila nilai AIC_c yang kecil.

Hasil pemeriksaan kebaikan model dengan menggunakan R_{adj}^2 dan AIC_c dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 5 dan Lampiran 13 dan secara ringkas pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan R_{adj}^2 dan AIC_c

Model	Perlakuan	R_{adj}^2	AIC_c
PB1	Tanpa Mulsa	0,991	94,363
	Mulsa	0,998	40,770
JPPS	Tanpa Mulsa	0,999	12,939
	Mulsa	0,999	23,983

Berdasarkan hasil pemeriksaan kebaikan model, nilai R_{adj}^2 model JPPS lebih besar dari model PB1, sedangkan untuk nilai AIC_c model JPPS lebih kecil dari model PB1. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua perlakuan tanaman kapas, model JPPS lebih baik menjelaskan pola pertumbuhan tanaman tersebut.

4.6 Laju Pertumbuhan Maksimum

Laju pertumbuhan maksimum dilihat berdasarkan titik maksimum pada laju tumbuh atau laju pertumbuhan absolut. Berdasarkan titik maksimum ini akan diketahui umur dan tinggi tanaman pada saat mengalami laju pertumbuhan maksimum. Perhitungan untuk penentuan titik maksimum dari model dapat dilihat pada Lampiran 10. Umur dan tinggi tanaman pada saat laju maksimum secara ringkas pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Umur dan tinggi tanaman saat laju pertumbuhan maksimum.

Perlakuan	PB1		JPPS	
	Umur (HST)	Tinggi (cm)	Umur (HST)	Tinggi (cm)
Tanpa Mulsa	29,176	65,189	63,667	97,650
Mulsa	24,120	68,009	42,829	96,899

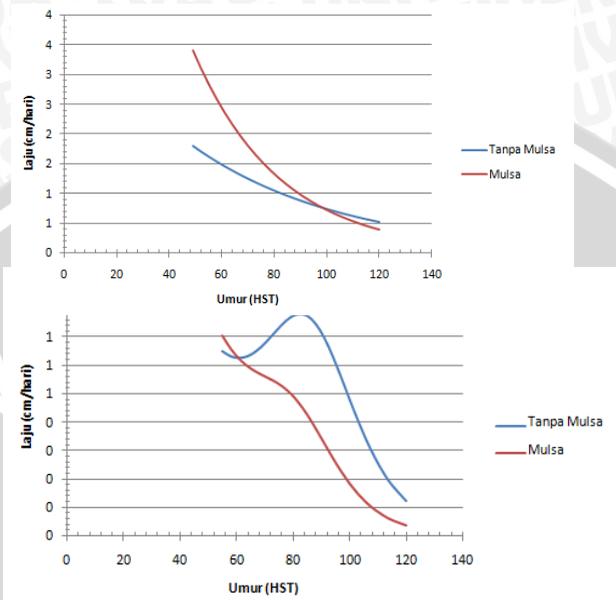
Dari Tabel 4.9 diketahui bahwa laju pertumbuhan pada model PB1 terjadi lebih cepat pada perlakuan dengan pemberian mulsa dibandingkan dengan perlakuan tanpa mulsa. Hal ini juga terjadi pada model JPPS, laju pertumbuhan terjadi lebih cepat pada perlakuan dengan pemberian mulsa pada umur tanaman 42-43 HST dengan tinggi tanaman 96,899 cm. Berdasarkan waktu efektif dari kedua model, model PB1 lebih sesuai dalam menggambarkan fase pertumbuhan tanaman kapas. Waktu efektif terjadi saat tanaman mulai berbunga, pada model PB1 terjadi pada umur 24 HST dan 29 HST, hal ini sesuai dengan pernyataan Rusim (2001) bahwa tanaman kapas mulai berbunga pada umur kurang lebih 31 HST.

Secara umum tanaman dengan pemberian mulsa menunjukkan laju maksimum terjadi lebih awal dibandingkan pada perlakuan tanpa mulsa, artinya bahwa perubahan fase pertumbuhan vegetatif ke fase generatif lebih cepat dibandingkan tanaman tanpa mulsa. Jika laju pertumbuhan vegetatif tanaman lebih cepat maka panen akan terjadi lebih awal, tetapi jika laju pertumbuhan vegetatif lebih lambat maka hasil panen juga akan lebih lambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asmin dkk. (1994) yang menyatakan penambahan mulsa pada tanah saat masa tanam akan meningkatkan produksi tanaman.

4.7 Kurva Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan adalah ukuran perubahan tinggi dari waktu ke waktu. Dalam penelitian ini satuan perubahan tinggi dalam cm/hari.

1. Laju Pertumbuhan Absolut pada setiap perlakuan masing-masing model dapat dilihat pada Lampiran 11.



(b) Model JPPS

Gambar 4.3. Kurva laju pertumbuhan absolut

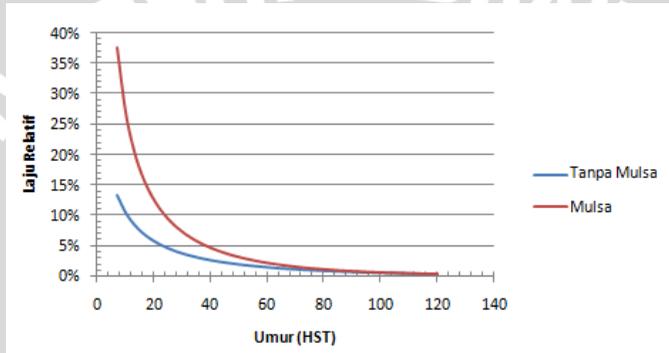
Berdasarkan Gambar 4.3 bahwa laju pertumbuhan menggambarkan perubahan tinggi tanaman (cm) setiap pengamatan (HST). Pada model PB1 perlakuan tanpa mulsa dan dengan pemberian mulsa laju pertumbuhan cenderung menurun sampai mendekati nol, sama halnya pada model JPPS laju pertumbuhan cenderung menurun sampai mendekati nilai nol. Perbedaannya terletak pada kecepatan laju pertumbuhan. Untuk model PB1 pada perlakuan tanpa mulsa laju pertumbuhan cenderung kecil yakni 3 cm/hari sampai mendekati nol, sedangkan untuk perlakuan dengan pemberian mulsa laju dapat mencapai 12 cm/hari sampai mendekati nol.

Hal ini juga terjadi juga pada model JPPS untuk perlakuan tanpa mulsa laju pertumbuhan berkisar antara 3 cm/hari sampai mendekati nol, sedang untuk perlakuan dengan pemberian mulsa laju berkisar antara 3,3 cm/hari sampai mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian mulsa pada tanah pada saat penanaman akan mempercepat laju pertumbuhan tanaman kapas (Sailan, 2012).

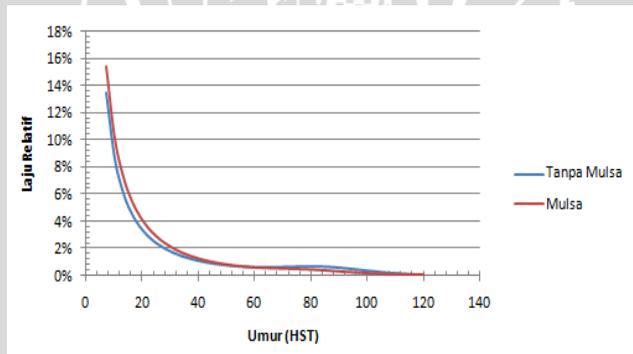
Berdasarkan kurva laju yang diperoleh dari kedua model menunjukkan bahwa kurva laju dari model PB1 kurang bisa

menjelaskan fase pertumbuhan pada tanaman kapas. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya titik maksimum pada kurva. Sedangkan pada model JPPS, kurva laju pertumbuhan sesuai menggambarkan fase pertumbuhan dari tanaman kapas. Hal ini ditunjukkan oleh adanya titik maksimum yang menggambarkan laju maksimum pertumbuhan tanaman kapas.

2. Laju Pertumbuhan Relatif pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 12.



(a) Model PB1



(b) Model JPPS

Gambar 4.4. Kurva laju pertumbuhan relatif

Berdasarkan Gambar 4.4 bahwa laju pertumbuhan menggambarkan presentase perubahan tinggi tanaman (cm) setiap pengamatan (HST). Pada model PB1 dan model JPPS pada perlakuan dengan pemberian mulsa laju pertumbuhan relatif cenderung tinggi,

untuk model PB1 sebesar 15,43 % per hari dan menurun sampai mendekati 0 % per hari diakhir pengamatan dan pada model JPPS sebesar 37,57 % per hari dan menurun sampai mendekati 0 % per hari diakhir pengamatan.

Berbeda pada perlakuan tanpa mulsa laju pertumbuhan relatif cenderung rendah, untuk model PB1 sebesar 13,28 % per hari dan menurun sampai mendekati 0 % per hari diakhir pengamatan dan pada model JPPS sebesar 13,44 % per hari dan menurun sampai mendekati 0 % per hari diakhir pengamatan. Seperti pada Laju Pertumbuhan Absolut, pemberian mulsa pada tanah pada saat penanaman akan mempercepat laju pertumbuhan tanaman kapas (Sailan, 2012).

