

## Model Laju Pertumbuhan Perkecambahan Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) pada Variasi Kedalaman Tanam

Risdi Hamida Fathurohim, Dewi Maya Maharani<sup>2</sup>, Ary Mustofa Ahmad<sup>3</sup>

1Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145

Penulis Korespondensi: email: maya\_maharani@ub.ac.id

### ABSTRAK

Jagung sebagai tanaman sereal yang dapat tumbuh hampir diseluruh dunia dan merupakan sumber bahan pangan penting setelah beras. Besarnya minat masyarakat terhadap kebutuhan jagung maka dilakukan suatu upaya untuk meningkatkan produksi jagung dengan cara pemilihan varietas yang unggul. Benih yang berukuran besar memiliki nilai pertumbuhan yang lebih tinggi dan lebih cepat. Pertumbuhan tersebut dapat diprediksi dengan suatu model pertumbuhan yaitu model Logistik, model *General Logistic*, dan model Gompertz. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh kedalaman terhadap laju pertumbuhan perkecambahan jagung dan untuk mendapatkan persamaan model matematis pertumbuhan perkecambahan tanaman jagung.

Penelitian ini dilaksanakan di desa Corah, Kelurahan Rejomulyo, Kecamatan Kartoharjo, Kota Madiun dan di Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Dalam penelitian ini digunakan perlakuan kedalaman tanam yaitu 3 cm, 5 cm, dan 7 cm dimana setiap perlakuan terdiri dari 10 sampel dan dilakukan tiga kali pengulangan. Data diolah dengan Ms.Excel menggunakan fitur *add-in-solver* dan digunakan fungsi *minimal absolut error* dengan metode iterasi newton.

Dari hasil penelitian, kedalaman tanam 5 cm merupakan kedalaman yang optimum dalam penanaman tanaman jagung. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya pengaruh yang signifikan terhadap jumlah benih yang berkecambah, daya berkecambah, tinggi, diameter, dan massa tanaman. Dari tiga model tersebut, model Gompertz merupakan model yang sesuai dengan data pengamatan aktual. Model Gompertz memiliki nilai EF sebesar 1.00, nilai RMSE sebesar 0.062, dan nilai CRM sebesar -0.001. Nilai konstanta empiris yaitu nilai K sebesar 100.2076, nilai b sebesar 1.1036, dan nilai m sebesar 3.3207 sehingga didapatkan persamaan Gompertz  $Y = 100.2076 \exp(\exp(-1.1036(X-3.3207)))$ .

**Kata kunci:** Jagung, Kedalaman Tanam, Model Pertumbuhan, Perkecambahan

## *Modeling Growth Rate Germination of Corn Plants Affected by Different Depth Planting*

### ABSTRACT

Corn as a cereals plant that can grow almost all over the world and is an important source of food after rice. Many people are interested to the needs corn then made an effort to increase production with selection of superior varieties. Large seed size has a higher value growth and faster. The growth can be predicted with a non-linear growth model. The model used are Logistic model, General Logistic model, and Gompertz model. The purpose of the research is to know the effect of planting depth to rate germination and to get equation of mathematical model of growth germination corn plant.

This research has been conducted in the Corah village, urban village Rejomulyo, sub-district Kartoharjo, Madiun town, and Agricultural Power and Machinery Laboratory, Faculty of Agricultural Technology, University Brawijaya. In this research, there are 3 cm, 5 cm, and 7 cm depth treatment which each treatment consist of 10 samples and three repetitions. Data is processed with Ms.Excel using the add-in-solver feature and used minimal absolute error function with newton iteration method.

From this research, depth treatment 5 cm is the optimum depth planting of corn. This is evidenced by the significant effect on the number of seeds that germinate, germination power, height, diameter, and mass of plants. Of the three models, Gompertz models is an appropriate model with actual observational data. The Gompertz model has an EF value of 1.00; RMSE value of 0.062; and CRM value of -0.001. Value empirical constant that is K value of 100.2076, Value b equal to 1.1036, and m value equal to 3.3207 so that obtained equation Gompertz  $Y = 100.2076 \exp(\exp(-1.1036(X-3.3207)))$ .

**Key words:** Corn, Germination, Growth Model, Plant Depth

## PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman sereal yang dapat tumbuh di hampir seluruh Indonesia dan merupakan sumber bahan pangan setelah beras sebagai sumber karbohidrat. Di Indonesia, seperti Madura dan Nusa Tenggara menjadikan jagung sebagai bahan pangan utama (Purwono, 2005). Selain sebagai bahan pangan, jagung juga digunakan sebagai bahan industri pangan dan pakan ternak. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2015) pada tahun 2015 produksi jagung sebanyak 19.83 juta ton per tahun pipilan kering atau mengalami kenaikan sebanyak 0.82 juta ton (4.34 persen) dibandingkan tahun 2014.

Besarnya minat masyarakat terhadap kebutuhan jagung maka dilakukan suatu upaya untuk meningkatkan hasil produksi. Salah satu cara yang perlu dilakukan ialah memilih varietas jagung yang unggul dan mutu benih yang baik. Pemilihan varietas dan mutu benih akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman agar dapat tumbuh seragam. Selain itu ukuran benih dan kedalaman tanam juga harus diperhatikan. Dalam penelitian Hasnah (2013), ukuran benih berpengaruh terhadap daya perkecambahan benih. Benih yang berukuran besar memiliki pertumbuhan bibit yang baik, pertumbuhannya lebih tinggi dan memiliki cadangan makanan yang besar dibandingkan dengan benih yang kecil. Hal tersebut disebabkan benih yang besar lebih cepat menyerap air dari lingkungan yang disebut proses imbibisi (Pratama, 2014). Semakin dalam benih ditanam maka semakin rendah kemampuan benih untuk berkecambah dan muncul ke atas permukaan tanah. Menurut Mohanty (2004), tanaman yang muncul terlebih dahulu akan menghasilkan produksi hasil tanaman yang lebih banyak dibanding dengan tanaman yang muncul kemudian.

Sebuah model matematika akan memudahkan untuk memprediksi tumbuhnya kecambah dengan menggunakan model pertumbuhan non-linier. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Gompertz, model Logistik, dan model *General Logistic*. Dari ketiga model tersebut dicari model yang tepat untuk pertumbuhan tanaman jagung dengan berbagai kedalaman tanam.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di desa Corah, Kelurahan Rejomulyo, Kecamatan Kartoharjo, Kota Madiun dan Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan April-Juli 2017. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan 8 mm dan 2 mm, timbangan digital, penggaris, jangka sorong, wadah, oven, luxmeter, hygrometer. Bahan yang digunakan adalah benih jagung dan tanah.

Penelitian ini dimulai dengan pemilihan massa benih yang besar kemudian ditanam pada kedalaman 3 cm, 5 cm, dan 7 cm. Parameter Penelitian meliputi daya berkecambah, tinggi tanaman, diameter tanaman, dan massa tanaman.

Data yang diperoleh di analisa dengan beberapa tahap sebagai berikut :

### 1. Pengamatan Tanaman

Pengamatan tanaman dilakukan dengan mencatat jumlah benih yang muncul ke permukaan tanah setiap harinya. Kemunculan tersebut dianalisa menggunakan beberapa indikator kemunculan seperti *speed of emergence* (SOE), *mean emergence date* (MED), dan *emergence rate index* (ERI). Persamaannya sebagai berikut :

$$SOE = \frac{N1+N2+..Nn}{t1+t2+..+tn}$$

$$MED = \frac{N1t1+N2t2+... +Nntn}{t1+t2+... +tn}$$

$$ERI = \frac{N1+N2+... +Nn}{MED}$$

$$RE = \frac{N1+N2+... +Nn}{Ns}$$

dimana N1, N2,...,Nn merupakan jumlah benih yang berkecambah dalam waktu t1, t2, ..., tn adalah waktu awal benih ditanam sampai semua benih tumbuh dan Ns adalah jumlah bibit yang ditanam dalam masing-masing perlakuan.

### 2. Model Kemunculan

Model kemunculan kecambah digunakan tiga model yaitu model Logistik, model *General Logistic* dan model Gompertz. Data diolah menggunakan prosedur regresi non-linier dengan menggunakan fitur fitur *add-in-solver* pada Ms.Excel dan digunakan fungsi *minimal absolut error* dengan metode iterasi newton (*Microsoft*, 2010). Persamaannya :

a. Persamaan model Logistik

$$Y = \frac{K}{(1+\exp(-a(X-m)))}$$

b. Persamaan model *General Logistic*

$$Y = \frac{K}{(1+\exp(-c(X-m)))^d}$$

c. Persamaan model Gompertz

$$Y = K \exp(-\exp(-b(X-m)))$$

dimana Y adalah kemunculan kumulatif (%) dengan waktu tumbuh (X), K adalah asimtot, a, b, dan c merupakan laju peningkatan, m adalah titik belok, dan d adalah parameter bentuk .

### 3. Evaluasi Model

Evaluasi model ini dilakukan dengan membandingkan nilai prediksi (Pi) dengan nilai observasi (Oi). Nilai tersebut digunakan untuk mencari nilai *modelling efficiency* (EF), *root mean square error* (RMSE), dan *coefficient of residual mass* (CRM).

Persamaannya sebagai berikut :

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} (O_i - \bar{O})^2}$$

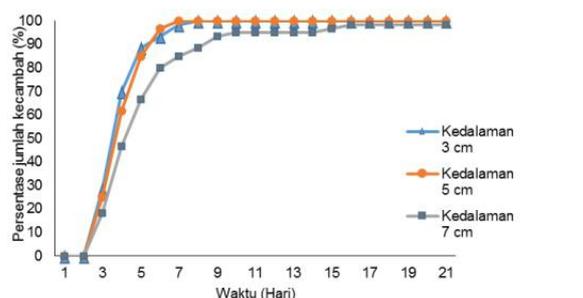
$$RMSE = \frac{100 \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i - O_i)^2}}{\bar{O}}$$

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} O_i - \sum_{i=1}^{i=n} P_i}{\sum_{i=1}^{i=n} O_i}$$

dimana, n merupakan jumlah bibit yang disemaikan dan  $\bar{O}$  merupakan rata-rata nilai dari observasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Berkecambah



**Gambar 1.** Persentase jumlah kecambah tanaman jagung yang muncul pada berbagai kedalaman tanam

Dari **Gambar 1** dapat dilihat bahwa kemunculan kecambah pada semua perlakuan tumbuh pada hari ke-3 karena pada waktu tersebut benih memasuki waktu pertumbuhan kecambah paling pesat. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan maka kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman dewasa semakin baik sehingga diduga potensi hasil yang akan diperoleh juga lebih tinggi. Pada kedalaman 3 cm dan 5 cm semua kecambah tumbuh setelah hari ke-7 dan hari ke-8 sedangkan pada kedalaman 7 cm bibit tumbuh semua setelah hari ke-16 setelah tanam. Kedalaman 3 cm pertumbuhan bibit lebih lambat daripada kedalaman 5 cm karena pada kedalaman yang dangkal, akar tanaman sulit mendapatkan air. Pada kedalaman 7 cm, beban mekanis tanah yang menekan benih semakin besar dan ketersediaan oksigen di dalam tanah berkurang sehingga pertumbuhan perkecambahan semakin lama. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratama, dkk (2014) yang menyatakan bahwa kedalaman tanam optimum dalam penelitiannya ialah dengan kedalaman tanam 5 cm dengan diameter benih yang besar.

**Gambar 2.** Persentase daya berkecambah tanaman jagung pada variasi kedalaman tanam

Persentase daya kecambah pada kedalaman tanam 3 cm dan 5 cm, daya berkecambah tanaman jagung sebesar 100%. Dalam penelitian ini dijumpai benih yang tidak tumbuh karena benih tersebut busuk pada kedalaman 7 cm sehingga daya berkecambah kedalaman 7 cm sebesar 98% (**Gambar 2**). Adanya fenomena biji-biji yang sudah berkecambah dan tidak mampu untuk terus tumbuh hingga muncul dipermukaan tanah ataupun setelah muncul dipermukaan tanah, hipokotil dan kotiledon mengalami gangguan untuk tumbuh dan berkembang.

Analisa kemunculan benih dapat dilakukan dengan memerhatikan beberapa indikator kemunculan benih (Mohanty dan Panulli, 2004). Indikator tersebut dapat dilihat dari nilai SOE, MED, ERI, dan RE. Hasil dari perhitungan nilai tersebut didapatkan hasil terbesar pada kedalaman 3 cm dan 5 cm (**Tabel 1**). Dari data tersebut variasi kedalaman tanam tidak memberikan hasil yang signifikan terhadap indikator kemunculan benih.

**Tabel 1** Indikator kemunculan tanaman jagung

Kedalaman (cm)	Indikator Kemunculan*			
	SOE	MED	ERI	RE
3	0.95	1.00	21.00	1.00
5	0.95	1.00	21.00	1.00
7	0.93	0.98	21.00	0.98
LSD				
P=0,05**	NS	NS	NS	NS

\*SOE: *speed of emergence* (tanaman/hari); MED: *mean emergence date* (hari); ERI: *emergence rate*

\*\*NS: *non-significant*

**Kurva Kemunculan Kumulatif**

Data perkecambahan yang telah didapatkan kemudian diolah ke tiga model. Setiap konstanta dievaluasi menggunakan regresi non-linier. Nilai tersebut didapatkan dengan menggunakan fitur *add-in-solver* pada Ms. Excel dan digunakan fungsi *minimal absolut error* dengan metode iterasi newton.

**a. Model perkecambahan pada kedalaman 3 cm**

Dari pengolahan data yang telah diperoleh di dapatkan nilai K, a, b, c, m, dan d. Persamaan masing-masing model sebagai berikut :

a. Model Gompertz  

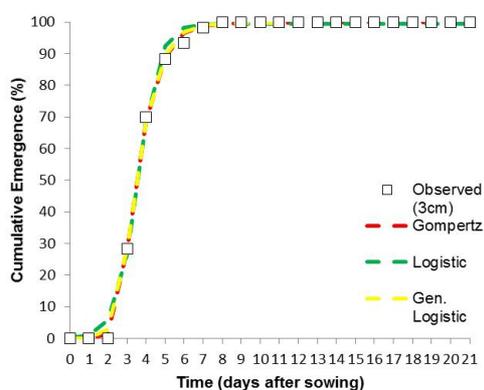
$$Y = 99.7965 \exp(-\exp(-1.2021(X - 3.1858)))$$

b. Model Logistik  

$$Y = \frac{99.4253}{(1 + \exp(-1.7785(X - 3.5588)))}$$

c. Model *General Logistic*  

$$Y = \frac{99.6796}{(1 + \exp(-12706(X - 1.9137)))^{5.5336}}$$



Gambar 3. Kurva kemunculan kumulatif kedalaman 3 cm

**b. Model perkecambahan pada kedalaman 5 cm**

Dari pengolahan data didapatkan nilai K, a, b, c, m, dan d. Persamaan dari ketiga model sebagai berikut :

a. Model Gompertz  

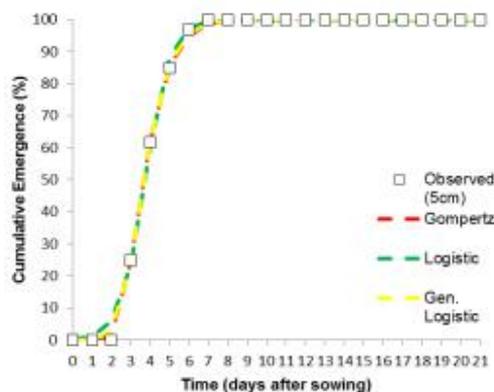
$$Y = 100.2076 \exp(-\exp(-1.1036(X - 3.3207)))$$

b. Model Logistik  

$$Y = \frac{99.8769}{(1 + \exp(-1.6081(X - 3.7414)))}$$

c. Model *General Logistic*  

$$Y = \frac{100,1412}{(1 + \exp(-1.1815(X - 1.9902)))^{5.3445}}$$



Gambar 4. Kurva kemunculan kumulatif kedalaman 5 cm

**c. Model perkecambahan pada kedalaman 7 cm**

Dari pengolahan data didapatkan nilai K, b, a, c, m, dan d. Persamaan dari ketiga model sebagai berikut :

a. Model Gompertz  

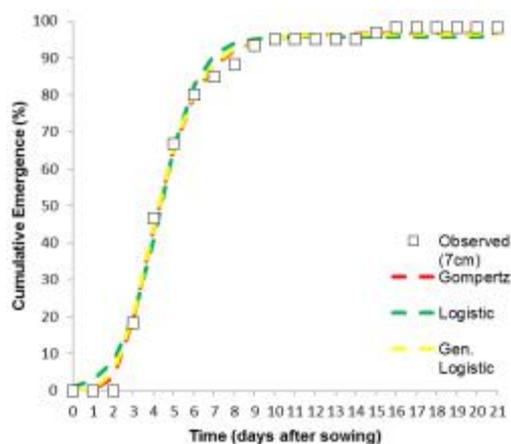
$$Y = 96.5155 \exp(-\exp(-0.7105(X - 3.6622)))$$

b. Model Logistik  

$$Y = \frac{95.8769}{(1 + \exp(-1.0618(X - 4.3714)))}$$

c. Model *General Logistic*

$$Y = \frac{96,4073}{(1 + \exp(-0.7445(X - 0.9087)))^{8.1925}}$$



Gambar 5. Kurva kemunculan kumulatif kedalaman 7 cm

**Perbandingan model**

Setelah ketiga kriteria statistik tersebut didapatkan, kemudian dicari model yang sesuai perlakuan dengan membandingkan nilai EF yang terbesar, membandingkan nilai RMSE yang terkecil, dan membandingkan nilai CRM yang paling positif (+), apabila nilai yang didapat negatif (-) maka nilai yang dicari nilai negatif terkecil. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kriteria statistik model kemunculan untuk semua perlakuan

Kedalaman (cm)	Gompertz		
	EF	RMSE	CRM
3	0.999	0.083	-0.001
5	1.000	0.062	-0.001
7	0.997	0.193	-0.001

Kedalaman (cm)	Logistik		
	EF	RMSE	CRM
3	0.977	0.190	-0.003
5	0.998	0.148	-0.003
7	0.992	0.992	-0.006

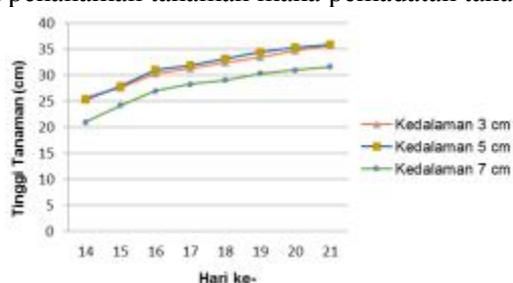
Kedalaman (cm)	General Logistic		
	EF	RMSE	CRM
3	0.999	0.104	-0.001
5	1.000	0.071	-0.001
7	0.997	0.997	-0.004

Model Gompertz dan model *General Logistic* memiliki nilai efisiensi yang lebih besar dibanding dengan model Logistik. Nilai dari kedua model tersebut sama sehingga nilai prediksi dari model dengan pengamatan langsung hampir sama dan memiliki nilai RMSE yang lebih rendah dibanding dengan model Logistik. Nilai CRM pada semua perlakuan memiliki nilai negatif meskipun nilai sesuai dengan data pengamatan. Nilai CRM yang negatif menunjukkan bahwa dari ketiga model tersebut memiliki sedikit prediksi. Semua

perlakuan dengan model Logistik memiliki nilai CRM negatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan model yang lain. Dari analisa tersebut, model Gompertz merupakan model yang dianggap sesuai dengan perlakuan.

### Tinggi Tanaman

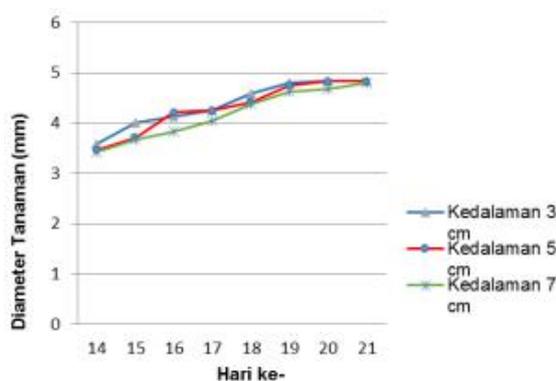
Tinggi tanaman diukur dari batang di atas permukaan tanah hingga ruas daun terpanjang. Hal tersebut dilakukan karena tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah diamati. Tinggi tanaman jagung diukur pada hari ke-14 sampai hari ke-21. Dari **Gambar 6** dapat diketahui bahwa semakin dalam penanaman benih maka tinggi tanaman relatif lebih rendah dibanding dengan penanaman dengan kedalaman yang cukup dangkal. Semakin dalam penanaman tanaman maka pemadatan tanah semakin besar pula.



**Gambar 6.** Perbandingan tinggi tanaman dari berbagai perlakuan terhadap waktu

### Diameter tanaman

Pengukuran diameter tanaman jagung merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk mengukur pengaruh yang diterapkan. Pengukuran diameter batang ini dilakukan pada hari ke-14 sampai hari ke-21 yang diukur tepat di atas permukaan tanah. Pada hari ke-17,18, 19, 20, dan 21 diameter batang tanaman tidak mengalami kenaikan diameter yang signifikan (**Gambar 7**). Diameter batang berpengaruh terhadap kekokohan tanaman agar tidak mudah roboh.

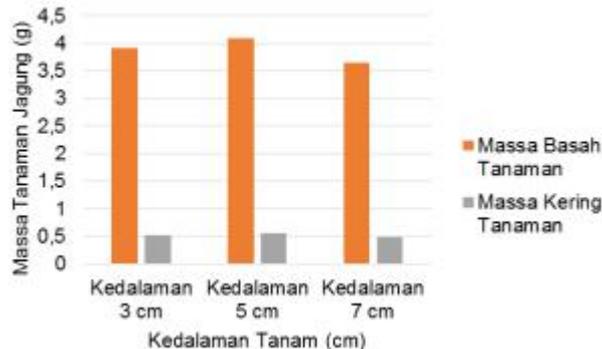


**Gambar 7.** Diameter tanaman pada berbagai variasi kedalaman tanam terhadap waktu

### Massa Tanaman Jagung

Parameter pertumbuhan vegetatif tanaman yang diamati lainnya adalah massa tanaman. Massa tanaman ini dilakukan dua kali pengukuran yaitu massa basah dan massa

kering tanaman. Setelah tanaman berumur 21 hari, tanaman dicabut dari pot dan dipotong tepat dibatas antara akar dan batang (tidak termasuk koleoptil). Massa basah tanaman dihitung dengan menimbang tanaman sebelum kadar air dalam tanaman berkurang. Massa kering dihitung dengan mengeringkan tanaman ke dalam oven dengan suhu 50 C selama 24 jam kemudian ditimbang beratnya. Dari **Gambar 8** dapat dilihat bahwa pada kedalaman 5 cm memiliki massa basah dan massa kering tertinggi. Dimana semakin besar diameter dan tinggi tanaman maka massa tanaman akan semakin besar



**Gambar 8.** Massa tanaman jagung pada berbagai perlakuan kedalaman tanam

## KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedalaman 5 cm merupakan kedalaman tanam yang optimum untuk tumbuhan jagung. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya pengaruh yang signifikan terhadap persentase jumlah berkecambah, daya berkecambah, tinggi, diameter, dan massa tanaman.

2. Model pertumbuhan jagung yang sesuai ialah model Gompertz. Didapatkan persamaan model Gompertz sebagai berikut:

$$Y = 100.2076 (\exp(-\exp(-1.1036(X - 3.3207))))$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Andhi, Tatag. Aziz Purwantoro, dan Prpto Yudono. 2012. *Studi Aspek Fisiologis dan Biokimia Perkecambahan Benih Jagung (Zea Mays L.) Pada Umur Penyimpanan Benih yang Berbeda*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Badan Pusat Statistik. *Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai*. No. 99/11/Th. XVIII, 2 November 2015
- Hasnah, Tria Maria. 2013. *Pengaruh Ukuran Benih Terhadap Pertumbuhan Bibit Nyamplung (Calophyllum inophyllum L.)*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta. Vol 14 No. 2, September 2013, 119 – 13
- Microsoft. 2010. *Microsoft Excel*. Santa Rosa: Microsoft Corporation
- Mohanty, M and D.K. Painuli. 2002. *Modeling Rice Seedling Emergence and Growth under Tillage and Residue Management in a Rice – Wheat System on a Vertisol in Central India*. Soil & Tillage Research 76 (2004) 167–174
- Pratama H.W. dkk. 2014. *Pengaruh Ukuran Biji dan Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt)*. Produksi Tanaman, Volume 2, Nomor 7, November 2014, hlm. 576-582
- Purwono dan R. Hartono. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya: Jakarta