

**PEMODELAN PERTUMBUHAN DAN SERAPAN NITROGEN
PADA PRODUKSI BENIH KACANG BAMBARA
(*Vigna subterranea* (L.) Verdc)**

ASTRYANI ROSYAD



**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pemodelan Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen pada Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Astryani Rosyad
A2602202005



RINGKASAN

ASTRYANI ROSYAD, Pemodelan Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen pada Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc). Dibimbing oleh SATRIYAS ILYAS, ABDUL QADIR, M. RAHMAD SUHARTANTO dan DIDY SOPANDIE.

Kacang Bambara tergolong *underutilized crop* dibandingkan tanaman legum lainnya, sehingga menimbulkan kesenjangan pengetahuan dalam produksi, yang menyebabkan produktivitas kacang Bambara rendah. Solusi untuk meningkatkan produksi kacang Bambara dapat dilakukan dengan cara mengembangkan varietas yang memiliki produktivitas tinggi. Varietas kacang Bambara belum tersedia di Indonesia sampai saat ini, sehingga petani masih menanam galur lokal adaptif dengan produktivitas rendah. Rendahnya produktivitas kacang Bambara merupakan masalah utama dalam pengembangannya. Tersedianya benih bermutu merupakan salah satu solusi tercepat dalam peningkatan produksi kacang Bambara. Mutu benih merupakan perwujudan dari pengaruh berbagai faktor selama pembentukan, perkembangan, dan periode hidup benih. Pemahaman terhadap proses dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan produksi tanaman menjadi sangat penting dalam usaha peningkatan mutu benih.

Pemahaman terhadap proses pertumbuhan tanaman dalam produksi benih kacang Bambara secara komprehensif dan simultan sulit dilaksanakan. Pemahaman dilakukan dengan pendekatan model, yaitu mengkuantifikasi beberapa proses utama yang sangat menentukan terhadap pertumbuhan dan produksi kacang Bambara. Model pertumbuhan dan serapan nitrogen disusun untuk menggambarkan proses suhu mempengaruhi perkembangan tanaman, proses radiasi matahari mempengaruhi fotosintesis dan bobot kering, air mempengaruhi fotosintesis dan bobot kering, serta serapan nitrogen mempengaruhi bobot kering.

Suhu melalui *photothermal unit* memberikan informasi tentang fase-fase perkembangan tanaman. Radiasi matahari mempengaruhi proses fotosintesis setelah tanaman berdaun, yang didukung oleh faktor air dan nitrogen. Perkecambahan benih memanfaatkan cadangan makanan dalam benih untuk membentuk struktur akar, tangkai daun, dan daun, sebelum fotosintesis dapat dilakukan oleh daun tanaman. Fotosintat pada tanaman yang sudah berfotosintesis ditranslokasikan untuk pembentukan struktur tanaman, pemeliharaan organ, dan disimpan sebagai cadangan makanan. Aliran air bersama nitrogen masuk ke organ tanaman melalui serapan akar, bersamaan dengan proses transpirasi. Nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah terbesar bagi tanaman yang merupakan konstituen integral dari protein, asam nukleat, klorofil, co-enzim, fitohormon, dan metabolit sekunder.

Model pertumbuhan dan produksi tanaman, diharapkan berfungsi sebagai instrumen dalam pengambilan keputusan dalam mengelola produksi kacang Bambara dan melakukan pendugaan produksi berdasarkan model yang diperoleh, yang pada gilirannya untuk menghasilkan benih kacang Bambara yang bermutu. Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menyusun model pertumbuhan tanaman dan serapan nitrogen pada produksi benih enam lanras kacang Bambara. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah (1) menyusun model yang dikonstruksi oleh sub model perkembangan, pertumbuhan, kecukupan air, dan serapan nitrogen; (2)

merumuskan metode pendugaan produksi benih berdasarkan simulasi model; (3) merumuskan metode pendugaan kecukupan air dalam produksi benih berdasarkan simulasi model; (4) dan merumuskan metode pendugaan serapan nitrogen dalam produksi benih berdasarkan simulasi model. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dan rekomendasi bagi produsen benih dalam memproduksi benih kacang Bambara. Model pertumbuhan dan serapan nitrogen dapat mempercepat penyelesaian permasalahan produksi berdasarkan proses fisiologis berdasarkan pendugaan.

Penelitian dilaksanakan dengan tiga macam kegiatan, yaitu *desk study*, lapangan percobaan, dan pengujian laboratorium. *Desk study* dilakukan pada Januari 2022 sampai dengan Desember 2024. Percobaan di lapangan dilakukan bulan Juli 2022 sampai dengan Maret 2023, di kebun percobaan Sawah Baru IPB. Pengujian di laboratorium dilakukan pada Juli 2022 sampai dengan Maret 2023, di Laboratorium Pengujian AGH IPB, Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih AGH IPB, serta Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanah, Balitbangtan. Metode pemodelan mencakup empat langkah yaitu (1) identifikasi komponen sistem, (2) konstruksi model, (3) simulasi model, dan (4) validasi model.

Pertumbuhan kacang Bambara dipengaruhi oleh agroklimat dan media tumbuh. Agroklimat yang paling mempengaruhi adalah suhu, radiasi, panjang hari, curah hujan disamping kelembaban dan kecepatan angin. Media tumbuh berkaitan dengan kesediaan air tanah dan unsur hara. Hara utama yang paling banyak diperlukan oleh tanaman adalah nitrogen. Sistem yang diidentifikasi adalah sistem perkembangan, pertumbuhan, kecukupan air, dan serapan nitrogen.

Model yang dikonstruksi terdiri atas empat sub model yaitu (1) model perkembangan, (2) model pertumbuhan, (3) model kecukupan air, dan (4) model serapan nitrogen. Model perkembangan dikonstruksi berdasarkan input suhu dan panjang hari melalui *photothermal unit* dengan *output* berupa fase perkembangan tanaman. Model pertumbuhan merupakan konstruksi respon ekofisiologis tanaman terhadap radiasi matahari dan suhu dalam fotosintesis dan respirasi. Komponen *input* untuk menyusun model antara lain suhu, radiasi matahari, efisiensi penggunaan cahaya, koefisien pemadaman, luas daun spesifik, dan koefisien partisi karbohidrat pada setiap fase perkembangan tanaman. *Output* model pertumbuhan dan perkembangan berupa bobot kering organ tanaman. Penyusunan model perkembangan dan pertumbuhan diperoleh dari percobaan 2, hasil simulasi model untuk *output* bobot kering akar, tangkai daun, daun, dan polong menggunakan data aktual yang diperoleh dari percobaan 1.

Model kecukupan air merupakan salah satu pengendali utama dalam pertumbuhan tanaman dan penggunaannya dapat diestimasi menggunakan *input* komponen cuaca dan air tanah. *Output* dari model kecukupan air adalah ketersediaan air tanaman. Model serapan nitrogen menggambarkan tanaman menyerap nitrogen pada seluruh organ tanaman sepanjang siklus hidupnya berdasarkan komponen *input* berupa ketersediaan nitrogen melalui pemupukan. *Output* model berupa serapan nitrogen pada tanaman. Penyusunan model perkembangan dan pertumbuhan diperoleh dari percobaan 3, hasil simulasi model untuk *output* bobot kering organ menggunakan data aktual yang diperoleh dari percobaan 1.

Model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada produksi benih kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) berhasil dikonstruksi berupa *Model*



construction layer dan *equation layer* Stella pada enam lanras kacang Bambara. Simulasi model menggunakan *interface layer* Stella sehingga menghasilkan grafik pertumbuhan dan serapan nitrogen dengan *output* bobot kering akar, tangkai daun, daun dan polong. Kriteria mutu benih diindikasikan dengan hasil simulasi bobot kering. Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi bobot kering dengan aktual. Validasi menggunakan kriteria hasil simulasi masuk dalam standar deviasi aktual minimal 80%. Tingkat validitas model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada enam lanras Tasikmalaya mencapai 82,4%, Sukabumi 82,4%, Sumedang 94,1%, Sumedang kecil 82,4%, Bogor 88,2%, dan lanras Gresik 82,4%, sehingga model dinyatakan valid. Model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada produksi benih kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) layak digunakan untuk pendugaan.

Metode pendugaan produksi dilakukan dengan memasukkan *input* suhu, lama penyinaran, radiasi matahari, curah hujan, angin, kecepatan angin, RH, nitrogen, pada model yang sudah dikonstruksi dengan software Stella 9.0.2, sehingga hasil pendugaan berupa bobot kering polong dapat dilihat pada *interface layer* Stella. Metode pendugaan kecukupan air pada model yang sudah dikonstruksi didasarkan kepada kriteria konstanta kecukupan air (Fair) = 1, yang tertera pada *interface layer* Stella. Metode pendugaan serapan nitrogen pada model yang sudah dikonstruksi didasarkan pada kriteria konstanta kecukupan nitrogen (FNit) = 1, yang tertera pada *interface layer* Stella. Model ini memberikan dasar yang kuat untuk memprediksi dinamika pertumbuhan dan perkembangan tanaman kacang Bambara dalam rangka produksi benih. Jika disempurnakan lebih lanjut, model ini berpotensi digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam sistem pertanian presisi, pemuliaan tanaman, dan evaluasi agroekosistem berbasis simulasi.

Kata kunci: bobot kering tanaman, konstruksi model, pendugaan, simulasi, sistem.

SUMMARY

ASTRYANI ROSYAD, Modeling of Growth and Nitrogen Uptake in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) Seed Production. Supervised by SATRIYAS ILYAS, ABDUL QADIR, M. RAHMAD SUHARTANTO dan DIDY SOPANDIE.

Bambara groundnut is considered an underutilized crop compared to other legumes, thus creating a knowledge gap in production, which causes low productivity of Bambara groundnut. The solution to increase production of Bambara groundnut can be done by developing varieties that have high productivity. Bambara groundnut varieties are not yet available in Indonesia until now, so farmers still plant local adaptive lines with low productivity. The low productivity of Bambara groundnut is a major problem in its development. The availability of quality seeds is one of the fastest solutions to increasing production of Bambara groundnut. Seed quality is a manifestation of the influence of various factors during the formation, development, and life period of seeds.

Understanding the factors that influence plant growth and production is essential for improving seed quality. In the case of Bambara groundnut, comprehensively and simultaneously analyzing these growth processes presents a significant challenge. To address this, a modeling approach is employed to quantify key processes critical to the plant's growth and seed production. The growth and nitrogen uptake models are developed to describe how temperature regulates developmental phases, how solar radiation and water availability influence photosynthesis and dry matter accumulation, and how nitrogen uptake contributes to biomass formation.

Temperature through photothermal units provides information about plant phases. Solar radiation affects the process of photosynthesis after the plant has leaves, which is supported by water and nitrogen factors. Seed germination utilizes food reserves in seeds to form root, petioles, and leaf structures, before photosynthesis can be carried out by plant leaves. Photosynthate in plants that have photosynthesized is translocated for the formation of plant structures, organ maintenance, and stored as food reserves. The flow of water with nutrients enters the organ through root absorption, along with the transpiration process. Nitrogen is an element needed in the largest amount for plants which is an integral constituent of proteins, nucleic acids, chlorophyll, co-enzymes, phytohormones and secondary metabolites.

The plant growth and production model is expected to function as an instrument in decision making in managing the production of Bambara groundnut and making production estimates based on the obtained model, which in turn will produce quality Bambara groundnut seeds. The general objective of this study is to develop a plant growth model and nitrogen absorption in the production of six Bambara groundnut seed varieties. The specific objectives of this research are (1) to develop a model constructed by sub-models of development, growth, water sufficiency, and nitrogen uptake; (2) to formulate a method for estimating seed production based on model simulation; (3) to formulate a method for estimating water sufficiency in seed production based on model simulation; (4) and to

formulate a method for estimating nitrogen uptake in seed production based on model simulation. The benefits of this research are expected to be a reference and recommendation for seed producers in producing Bambara groundnut seeds. The growth and nitrogen uptake models can accelerate the resolution of production problems based on physiological processes based on estimates.

The research was conducted with three types of activities, namely desk study, experimental field, and laboratory. The desk study was conducted from January 2022 to December 2024. Activities in the experimental field were conducted from July 2022 to March 2023, at the Sawah Baru IPB experimental field. Laboratory activities were conducted from July 2022 to March 2023, at the AGH IPB Testing Laboratory, the AGH IPB Seed Quality Storage and Testing Laboratory, and the Soil Research Center Testing Laboratory, Balitbangtan. The modeling method includes four steps, namely, (1) identification of system components, (2) model construction, (3) model simulation, and (4) model validation.

The growth of Bambara groundnut is influenced by agroclimate and growing media. The most influential agroclimate is temperature, radiation, day length, rainfall in addition to humidity and wind speed. The growing media is related to the availability of groundwater and nutrients. The main nutrient most needed by plants is nitrogen. The systems identified are the development system, growth, water balance and nitrogen uptake.

The constructed model consisted of four sub-models, namely (1) development model, (2) growth model, (3) water balance model, and (4) nitrogen absorption model. The development model was constructed based on temperature and day length inputs via a photothermal unit with output in the form of plant development phases. The growth model is a construction of the eco-physiological response of plants to solar radiation and temperature in photosynthesis and respiration. Input components for compiling the model included temperature, solar radiation, light use efficiency, extinction coefficient, specific leaf area, and carbohydrate partition coefficient at each phase of plant development. The output of the growth and development model was in the form of dry weight of plant organs. The compilation of the development and growth model was obtained from experiment 2, the results of the model simulation for the output of dry weight of organs using actual data obtained from experiment 1.

The water balance model is one of the main controllers in plant growth and its use can be estimated using weather and groundwater component inputs. The output of the water balance model is the availability of plant water. The nitrogen uptake model describes plants absorbing nitrogen in all plant organs throughout their life cycle based on input components in the form of nitrogen availability through fertilization. The model output is nitrogen uptake in plants. The preparation of the development and growth model was obtained from experiment 3, the results of the model simulation for the output of dry organ weight using actual data obtained from experiment 1.

The growth and nitrogen uptake model in Bambara groundnut seed production (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) was successfully constructed using Stella software in construction layer and equation layer for six Bambara groundnut landraces. The model simulation used the Stella layer interface to produce a graph of growth and nitrogen uptake with the output of dry weight of roots, petioles, leaves and pods. Seed quality criteria were indicated by the results of the dry weight

simulation. Model validation was carried out by comparing the results of the dry weight simulation with the actual. Validation using the criteria of simulation results entering the actual standard deviation of at least 80%. The level of validity of the growth and nitrogen uptake model on six Tasikmalaya lines reached 82.4%, Sukabumi 82.4%, Sumedang 94.1%, Sumedang small 82.4%, Bogor 88.2%, and Gresik 82.4%. So the model is declared valid. The growth and nitrogen uptake model of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) seed production is suitable for use in estimation.

The production estimation method was carried out by entering temperature, duration of exposure, solar radiation, rainfall, wind, wind speed, RH, nitrogen, into a model that had been constructed using Stella 9.0.2 software, so that the estimation results in the form of dry pod weight can be seen on the Stella layer interface. The water sufficiency estimation method in the constructed model is based on the water sufficiency constant criterion (Fair) = 1, which was stated on the Stella layer interface. The nitrogen uptake estimation method in the constructed model was based on the nitrogen sufficiency constant criterion (FNit) = 1, which is stated on the Stella layer interface. This model provides a strong basis for predicting the dynamics of growth and development of Bambara groundnut plants in the context of seed production. If further refined, this model has the potential to be used as a decision-making tool in precision farming systems, plant breeding, and simulation-based agroecosystem evaluation.

Keywords: model construction, plant dry weight, prediction, simulation, system.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PEMODELAN PERTUMBUHAN DAN SERAPAN NITROGEN
PADA PRODUKSI BENIH KACANG BAMBARA
(*Vigna subterranea* (L.) Verdc)**

ASTRYANI ROSYAD

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si.
- 2 Prof. Dr. Ir. Munif Ghulamahdi, M.S.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si.
- 2 Dr. Happy Suryati, S.P, M.Si.

Judul Disertasi : Pemodelan Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen pada Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc)
Nama : Astryani Rosyad
NIM : A2602202005

@Hak cipta milik IPB University

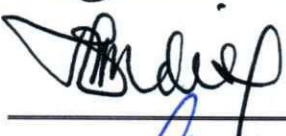
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.S

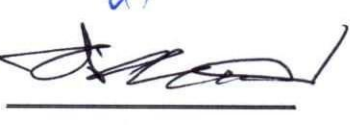
Pembimbing 2:
Dr. Ir. Abdul Qadir, M.Si

Pembimbing 3:
Dr. Ir. M. Rahmad Suhartanto, M.Si

Pembimbing 4:
Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, M.Agr

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta
NIP. 19590813 198303 1 003

Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr
NIP. 19690212 199203 1 003





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga disertasi dengan judul “Pemodelan Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen pada Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc)” berhasil diselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.S, Dr. Ir. Abdul Qadir M.Si, Dr. Ir. M Rahmad Suhartanto, M.Si, dan Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, M.Agr yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji ujian kualifikasi Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si dan Dr. Ir. Ladiyani Retno Widowati, M.Sc., moderator seminar Prof. Dr. Muhamad Syukur, S.P, M.Si, dan penguji luar komisi pembimbing ujian tertutup Prof. Dr. Ir. Suwarto, M.Si, Prof. Dr. Ir. Munif Ghulamahdi, M.S, serta Dr. Happy Suryati, S.P, M.Si selaku promotor luar komisi saat sidang promosi doktor. Penulis menyampaikan terima kasih kepada kepala BMKG Dramaga, kepala dan staf kebun percobaan Sawah Baru dan laboratorium pengujian AGH, yang telah membantu selama pemeliharaan tanaman dan pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua, suami, dan seluruh keluarga atas perhatian, kasih sayang dan doanya. Semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak/Ibu semuanya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Astryani Rosyad

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Botani Kacang Bambara	5
2.2 Pemodelan Tanaman	6
2.3 Model Kacang Bambara	12
III METODE	14
3.1 Identifikasi Komponen Sistem	14
3.2 Konstruksi Model	14
3.3 Simulasi Model	20
3.4 Validasi Model	20
IV PERTUMBUHAN DAN SERAPAN NITROGEN PADA PRODUKSI BENIH ENAM LANRAS KACANG BAMBARA (<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc)	21
4.1 Pendahuluan	22
4.2 Metode	23
4.3 Hasil dan Pembahasan	24
4.4 Simpulan	42
V PEMODELAN PERKEMBANGAN DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PADA PRODUKSI BENIH ENAM LANRAS KACANG BAMBARA (<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc)	43
5.1 Pendahuluan	44
5.2 Metode	45
5.3 Hasil dan Pembahasan	46
5.4 Simpulan	61
VI PEMODELAN PERTUMBUHAN DAN SERAPAN NITROGEN PADA PRODUKSI BENIH ENAM LANRAS KACANG BAMBARA (<i>Vigna subterranea</i> (L.) Verdc)	62
6.1 Pendahuluan	63
6.2 Metode	63
6.3 Hasil dan Pembahasan	64
6.4 Simpulan	89
VII PEMBAHASAN UMUM	91



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

VIII	SIMPULAN DAN SARAN	96
8.1	Simpulan	96
8.2	Saran	97
8.3	Kebaruan (<i>novelty</i>)	97
	DAFTAR PUSTAKA	98
	LAMPIRAN	108
	RIWAYAT HIDUP	151



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi stadia perkembangan tanaman kacang Bambara	5
2	Sifat kimia tanah sebelum dan sesudah penanaman	25
3	Pertumbuhan vegetatif enam lanras kacang Bambara	25
4	Tingkat kehijauan daun pada enam lanras kacang Bambara	26
5	Persamaan regresi kuadratik bobot kering akar (y) terhadap umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	28
6	Persamaan regresi kuadratik bobot kering tangkai daun (y) terhadap umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	29
7	Persamaan regresi kuadratik bobot kering daun (y) terhadap umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	30
8	Persamaan regresi kuadratik bobot kering polong (y) terhadap umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	31
9	Persamaan regresi kuadratik kandungan nitrogen akar (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	33
10	Persamaan regresi kuadratik kandungan nitrogen tangkai daun (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	35
11	Persamaan regresi kuadratik kandungan nitrogen daun (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	35
12	Persamaan regresi kuadratik kandungan nitrogen polong (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	36
13	Persamaan regresi kuadratik serapan nitrogen akar (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	38
14	Persamaan regresi kuadratik serapan nitrogen tangkai daun (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	39
15	Persamaan regresi kuadratik serapan nitrogen daun (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	39
16	Persamaan regresi serapan nitrogen polong (y) dengan umur tanaman (x) pada enam lanras kacang Bambara	40
17	Komponen hasil produksi pada enam lanras kacang Bambara	41
18	Peubah mutu benih pada enam lanras kacang Bambara	42
19	Photothermal unit ($^{\circ}\text{C}$ hari jam) pada berbagai fase perkembangan tanaman	48
20	Efisiensi penggunaan cahaya (ϵ) pada empat fase perkembangan enam lanras kacang Bambara (kg MJ^{-1})	48
21	Koefisien pemadaman cahaya pada berbagai fase perkembangan enam lanras kacang Bambara	49
22	Hasil pengukuran SLA ($\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$) sebagai konstanta model pertumbuhan enam lanras kacang Bambara	49
23	Koefisien partisi pada empat fase perkembangan enam lanras kacang Bambara	50
24	Stock, flow, dan input model sub model pertumbuhan	51
25	Stock, flow, dan input model sub model perkembangan	51
26	Data input model untuk simulasi pertumbuhan dan perkembangan	53
27	Hasil simulasi dan validasi ketercapaian fase perkembangan tanaman (HST) antara aktual (A) dan simulasi (S)	53

28	Bobot kering akar (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	57
29	Bobot kering tangkai daun (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	58
30	Bobot kering daun (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	59
31	Bobot kering polong (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	60
32	Kecukupan air kacang Bambara pada setiap fase pertumbuhan	66
33	Komponen air tanah di lapangan percobaan	68
34	Nilai kandungan nitrogen terendah dan tertinggi pada setiap fase perkembangan tanaman pada enam lanras kacang Bambara	68
35	Koefisien partisi nitrogen pada empat fase perkembangan enam lanras kacang Bambara	69
36	Stock, flow, dan input model sub model kecukupan air	69
37	Stock, flow, dan input model sub model serapan nitrogen	70
38	Bobot kering akar (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	78
39	Bobot kering tangkai daun (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	80
40	Bobot kering daun (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	82
41	Bobot kering polong (kg ha ⁻¹) aktual (A) dan hasil simulasi (S) pada enam lanras kacang Bambara	84
42	Komponen input agroklimat metode pendugaan produksi benih	85
43	Simulasi bobot organ (kg ha ⁻¹) tanaman pada lanras Tasikmalaya dengan input agroklimat Bogor pada dua periode waktu	87
44	Simulasi kecukupan air tanaman (Fair) pada lanras Tasikmalaya dengan input agroklimat Bogor pada dua periode waktu pendugaan	87
45	Simulasi kecukupan nitrogen (FNit) pada lanras Tasikmalaya dengan input agroklimat Bogor pada dua periode waktu pendugaan	88

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	4
2	Stadia perkembangan tanaman dengan empat selang skala	9
3	Tipe pertumbuhan kanopi (A) dan keragaan benih pada berbagai lanras (B)	15
4	Penggabungan proses utama pada setiap sub model untuk menyusun model pertumbuhan dan serapan nitrogen	19
5	Penggabungan <i>model construction layer</i> pada empat sub model	20
6	Pola bobot kering akar pada enam lanras kacang Bambara	27
7	Pola bobot kering tangkai daun pada enam lanras kacang Bambara	28
8	Pola bobot kering daun pada enam lanras kacang Bambara	29
9	Pola bobot kering akar pada enam lanras kacang Bambara	31
10	Pola kandungan nitrogen pada akar pada enam lanras kacang Bambara	32

11	Pola kandungan nitrogen tangkai daun pada enam lanras kacang Bambara	34
12	Pola kandungan nitrogen daun pada enam lanras kacang Bambara	34
13	Pola kandungan nitrogen polong pada enam lanras kacang Bambara	36
14	Pola serapan nitrogen pada akar pada enam lanras kacang Bambara	37
15	Pola serapan nitrogen daun pada enam lanras kacang Bambara	38
16	Pola serapan nitrogen daun pada enam lanras kacang Bambara	38
17	Pola serapan nitrogen polong pada enam lanras kacang Bambara	39
18	Kandungan protein benih dari enam lanras kacang Bambara	40
19	Diagram forrester model perkembangan tanaman	47
20	Diagram forrester model pertumbuhan tanaman	47
21	<i>Model construction layer</i> sub model perkembangan	52
22	<i>Model construction layer</i> sub model pertumbuhan	52
23	Hasil simulasi bobot kering akar enam lanras kacang Bambara	54
24	Hasil simulasi bobot kering tangkai daun enam lanras kacang Bambara	54
25	Hasil simulasi bobot kering daun enam lanras kacang Bambara	55
26	Hasil simulasi bobot kering polong enam lanras kacang Bambara	55
27	Validasi bobot kering akar enam lanras kacang Bambara pada sub model pertumbuhan	56
28	Validasi bobot kering tangkai daun enam lanras kacang Bambara pada sub model pertumbuhan	57
29	Validasi bobot kering daun enam lanras kacang Bambara pada sub model pertumbuhan	58
30	Validasi bobot kering polong enam lanras kacang Bambara pada sub model pertumbuhan	59
31	Diagram Forrester model kecukupan air	65
32	Diagram Forrester model serapan nitrogen	65
33	<i>Model construction layer</i> model kecukupan air	70
34	<i>Model construction layer</i> model serapan nitrogen	71
35	<i>Model construction layer</i> gabungan sub model perkembangan, pertumbuhan, kecukupan air dan serapan nitrogen	72
36	Simulasi model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada bobot kering akar enam lanras kacang Bambara	75
37	Simulasi model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada bobot kering tangkai daun enam lanras kacang Bambara	75
38	Simulasi model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada bobot kering daun enam lanras kacang Bambara	76
39	Simulasi model pertumbuhan dan serapan nitrogen pada bobot kering polong enam lanras kacang Bambara	76
40	Validasi bobot kering akar lanras Tasikmalaya (A), Sukabumi (B), Sumedang (C), Sumedang kecil (D), Bogor (E), dan Gresik (F)	77
41	Validasi bobot kering tangkai daun lanras Tasikmalaya (A), Sukabumi (B), Sumedang (C), Sumedang kecil (D), Bogor (E), dan Gresik (F)	79
42	Validasi bobot kering tangkai daun lanras Tasikmalaya (A), Sukabumi (B), Sumedang (C), Sumedang kecil (D), Bogor (E), dan Gresik (F)	81
43	Validasi bobot kering polong lanras Tasikmalaya (A), Sukabumi (B), Sumedang (C), Sumedang kecil (D), Bogor (E), dan Gresik (F)	83

- 44 *Ouput model bobot kering akar (a), tangkai daun (b), daun (c), polong (d) berdasarkan input agroklimat periode Juni – November 2022 dan Januari – Mei 2024; BK = bobot kering.* 86

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Tasikmalaya</i>	109
2	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Sukabumi</i>	114
3	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Sumedang</i>	119
4	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Sumedang kecil</i>	124
5	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Bogor</i>	129
6	<i>Model construction layer dan equation layer lanras Gresik</i>	134
7	Data rata-rata suhu harian (°C) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022-November 2022	139
8	Data curah hujan (mm) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022 - November 2022	140
9	Data panjang hari (jam) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022- November 2022	141
10	Data kelembaban (%) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022-November 2022 (BMKG 2022)	142
11	Data kecepatan angin rata-rata (knot) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022- November 2022	143
12	Data intensitas radiasi (MJ m ⁻²) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Juli 2022- November 2022	144
13	Data suhu (°C) harian Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024	145
14	Data curah hujan (mm) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024	146
15	Data panjang hari (jam) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024	147
16	Data kelembaban (%) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024	148
17	Data rata-rata kecepatan angin (knot) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024	149
18	Data intensitas radiasi (MJ m ⁻²) Kec. Darmaga Kab. Bogor pada bulan Januari - Mei 2024 (BMKG 2024)	150



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.