



## Pengembangan Model Matematis Pemanfaatan Nutrisi Organik pada Sektor Pertanian untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Desa Papungan

Dimas Andrianto Kisworo<sup>1</sup>, Hery Murnawan<sup>2</sup>, Nawang Sonia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Received: 02 Januari 2024  
Revised : 08 Januari 2024  
Accepted: 16 Januari 2024

### Abstract

*Pupuk merupakan salah satu kebutuhan utama dalam melaksanakan kegiatan pertanian, namun saat ini pupuk subsidi yang didapatkan dari pemerintah kian dikurangi sehingga petani tidak bisa mencukupi kebutuhan pupuk untuk lahannya. Sedangkan pupuk non-subsidi harganya mahal sehingga membuat petani beresiko merugi. Dari kondisi tersebut kemudian terdapat gerakan kelompok tani yang berinisiatif untuk membuat pupuk/nutrisi sendiri yang terbuat dari bahan-bahan organik yang mudah diperoleh dan tidak memerlukan biaya yang besar. Kolaborasi antara warga Desa Papungan dan Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya Alam Lestari Tanjungsari telah menghasilkan sebuah penemuan berupa nutrisi organik. Nutrisi ini mampu menggantikan penggunaan pupuk kimia dalam pertanian dan memiliki manfaat tambahan yaitu dapat digunakan sebagai pakan tambahan dalam budidaya ikan yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Berdasarkan hal tersebut dilakukan pemodelan matematika untuk menghitung berapa potensi hasil yang bisa diperoleh apabila petani beralih ke penggunaan nutrisi organik. Dengan menerapkan pemodelan matematika, potensi penghasilan yang dapat diperoleh adalah sebesar Rp. 3.519.300.000 dari potensi hasil panen sebesar 586,06 ton padi, 17 ton cabai, dan 40,926 ton ikan nila dari pemanfaatan lahan sebesar 140 hektar.*

**Keywords:** *pertanian, nutrisi organik, bioflok, pemodelan matematika*

(\*) Corresponding Author: [1411900052@surel.untag-sby.ac.id](mailto:1411900052@surel.untag-sby.ac.id)

**How to Cite:** Kisworo, D. A., Murnawan, H., & Sonia, N. (2024). Pengembangan Model Matematis Pemanfaatan Nutrisi Organik pada Sektor Pertanian untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Desa Papungan. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10515851>.

## PENDAHULUAN

Desa Papungan terletak di kecamatan Kanigoro Kabupaten Blitar di Provinsi Jawa Timur. Dengan jumlah penduduk sekitar 7.000 jiwa, desa ini mencakup sekitar 2.000 rumah tempat tinggal. Khususnya dalam bidang pertanian, Desa Papungan mempunyai keunggulan tersendiri dalam budidaya padi dan jagung. Dengan Luas lahan sawah kolektif yang mencapai 140 hektar, desa ini juga unggul dalam bidang peternakan, khususnya dalam produksi daging dan telur ayam. Populasi ayam kampung asli di Desa Papungan mencapai lebih dari sepuluh ribu ekor.

Desa Papungan juga memiliki keunggulan dalam produksi ikan konsumsi, terutama pada jenis ikan mujair. Pada sektor perikanan, Desa ini juga beternak ikan nila merah, lele, dan ikan lainnya selain mujair. Jangka waktu panen ikan mujair biasanya berkisar antara 4 hingga 5 bulan setelah penyemaian, sedangkan ikan nila merah bervariasi antara 2 hingga 7 bulan, dan ikan lele umumnya dapat dipanen dalam waktu sekitar 3 hingga 4 bulan.

Dari total biaya yang diperlukan untuk merawat ikan dari tahap pemeliharaan hingga masa panen, sekitar 70 persen dari keseluruhan biaya

dihabiskan untuk pembelian pakan ikan karena dalam pola pemberian makan, ikan diberikan pakan sebanyak 3 kali dalam sehari, dan jumlahnya setara dengan 3 persen dari berat tubuh total ikan tersebut. Saat ini, harga pakan ikan berbentuk pelet berkisar antara 10.000 rupiah per kilogram. Sementara itu, ikan nila yang diperoleh dari pembudidaya memiliki harga jual sekitar 12.000 hingga 15.000 rupiah per kilogram. Fakta ini menjadikan pemberian pakan ikan sebagai elemen yang paling signifikan dalam mempengaruhi laba yang dapat diperoleh oleh para peternak ikan.

Di Desa Papungan, ada sebuah inisiatif dari kelompok tani yang telah menciptakan nutrisi organik sebagai alternatif pengganti pupuk kimia subsidi. Langkah ini diambil karena semakin sulitnya akses terhadap pupuk kimia subsidi, karena kuantitas pupuk yang diberi subsidi oleh pemerintah semakin berkurang. Menurut Fikri dkk., (2018), nutrisi organik, juga dikenal sebagai pupuk organik, merupakan jenis pupuk yang terbentuk dari bahan-bahan organik yang telah melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, seperti sisa-sisa hewan, tumbuhan, atau bahkan manusia. Pupuk organik memiliki sejumlah kelebihan, termasuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Pada sisi lain, nutrisi organik ini juga dapat digunakan sebagai komponen tambahan dalam pakan ikan, yang telah terbukti mampu mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan ikan. Produksi nutrisi organik di Desa Papungan merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan melalui kolaborasi antara warga Desa Papungan dan Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya Alam Lestari Tanjungsari. Kemitraan ini terbentuk sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia subsidi dan mengadopsi penggunaan nutrisi organik sebagai alternatif yang lebih baik.

Nutrisi organik memiliki berbagai jenis yang dapat digunakan sebagai pupuk dalam pertanian. Beberapa di antaranya adalah Nutrisi Asam Amino Nabati, Nutrisi Asam Amino Hewani, PESNAB (Pestisida Nabati), PGPR (Plant Growth Promoting Rhizhobacteria), Pembenh Tanah, ZPT (Zat Pengatur Tumbuh), JAKABA (jamur keberuntungan abadi), dan Kompos Cair. Penggunaan nutrisi organik dalam pertanian memiliki perbedaan dalam metode pemberian dengan pupuk kimia. Nutrisi organik umumnya diberikan secara rutin hingga 8 kali dalam satu siklus panen, sedangkan pupuk kimia cukup diberikan sebanyak 3 kali dalam siklus yang sama. Namun, frekuensi pemberian nutrisi organik juga dapat disesuaikan dengan kondisi tanaman. Jika tanaman mengalami serangan hama, pertumbuhan lambat, atau kondisi lainnya, penambahan nutrisi organik bisa dilakukan sesuai kebutuhan.

Di sisi lain, nutrisi organik juga dapat ditambahkan ke dalam pakan ikan sebagai tambahan. Jenis nutrisi yang digunakan untuk pakan ikan termasuk Nutrisi Asam Amino Hewani, Nutrisi Asam Amino Nabati, dan Ruminansia. Nutrisi-nutrisi ini dicampurkan dengan pakan ikan dengan dosis yang telah ditentukan sebelumnya. Dosis pemakaian bermacam-macam tergantung dari jenis ikan, jenis pakan, kondisi lingkungan, dan target kecepatan pertumbuhan yang diinginkan. Keunggulan dari nutrisi organik ini adalah komposisinya yang sederhana dan mudah diakses, serta proses pembuatannya bisa dilakukan secara mandiri dengan peralatan yang sederhana.

Dalam penggunaan nutrisi tambahan untuk pakan ikan, dosis yang umumnya digunakan adalah 14 ml nutrisi asam amino hewani, 14 ml nutrisi asam amino nabati, serta 14 ml nutrisi ruminansia, yang semuanya dicampurkan dengan 200 ml air untuk setiap 1 kg pakan. Selain tiga nutrisi tersebut, juga ditambahkan 1 sendok makan kalsium, yang berperan dalam memperkuat tulang ikan.

Nutrisi asam amino nabati memiliki dampak pada pertumbuhan panjang ikan, sementara nutrisi asam amino hewani mempengaruhi pertumbuhan lebar badan ikan. Nutrisi ruminansia digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi lain seperti protein dan vitamin. Dengan menambahkan nutrisi organik ke dalam pakan ikan, tujuannya adalah untuk mempercepat pertumbuhan ikan sehingga bisa dipanen lebih awal. Hal ini diharapkan akan membawa dampak positif terhadap biaya dan keuntungan. Dengan pertumbuhan yang lebih cepat, kebutuhan pakan akan berkurang, demikian pula dengan biaya perawatan.

## **LANDASAN TEORI**

### **Pertanian**

Pertanian secara luas mencakup berbagai aktivitas seperti pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan, yang semua menghasilkan bahan yang bermanfaat bagi manusia. Pertanian adalah eksploitasi sumber daya alam oleh manusia melalui penanaman tanaman produktif yang menghasilkan hasil yang berguna untuk kehidupan manusia. Namun, dalam konteks yang lebih terbatas, pertanian merujuk pada upaya membudidayakan tanaman di atas tanah untuk memenuhi kebutuhan manusia, atau melibatkan praktik bercocok tanam secara manual pada lahan yang telah disiapkan sebelumnya tanpa mengandalkan manajemen yang berlebihan (Arifien dkk., 2022).

Harris & Fuller (2014), mendefinisikan pertanian sebagai salah satu cara pemanfaatan lahan dan ekonomi, yang hasilnya muncul dari perpaduan antara budidaya (serangkaian tindakan manusia yang berkaitan dengan persiapan lahan, penanaman, perawatan, dan panen tanaman) dan domestikasi (rangkaian perubahan genetik dan morfologis yang meningkatkan kemampuan tanaman untuk beradaptasi dengan lingkungan budidaya).

### **Perikanan**

Hukum yang berkaitan dengan perikanan dan kelautan yang berlaku di Indonesia mengacu pada Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan mengatur berbagai aspek terkait perikanan dan kelautan di Indonesia, termasuk pengelolaan sumber daya ikan, perlindungan ekosistem laut, hak dan kewajiban nelayan, serta upaya untuk mencegah pencurian ikan (illegal fishing) dan kerusakan lingkungan laut. Selain itu, berbagai peraturan dan kebijakan turunan dari Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 juga turut mengatur isu-isu spesifik dalam bidang perikanan dan kelautan di Indonesia. Berdasarkan Undang-Undang tersebut, Perikanan adalah suatu aktivitas yang terkait dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan serta lingkungannya, yang meliputi berbagai tahap mulai dari pra-produksi, produksi, pengolahan, hingga pemasaran. Semua tahapan ini dilakukan dalam kerangka sistem bisnis yang berkaitan dengan dengan sektor perikanan (Pemerintah Pusat, 2009).

### **Pemodelan Matematika**

Secara teknis, model merupakan representasi ideal dari suatu kondisi di dunia nyata, yang memungkinkan kompleksitasnya untuk diurai menjadi bentuk yang lebih sederhana (Tarliah Dimiyati & Dimiyati, 2015). Sejumlah ahli tata bahasa, ilmuwan, dan lain sebagainya telah memberikan definisi mereka mengenai konsep model sesuai dengan pemahaman masing-masing. Model dapat diwujudkan dalam beragam bentuk, dan salah satunya adalah model matematika. Model matematika menggambarkan masalah tertentu melalui sistem yang mencerminkan hubungan antara simbol-simbol atau hubungan matematika (Wati dkk., 2017).

Model matematika dibentuk dengan tujuan utama untuk memfasilitasi proses pengambilan keputusan terkait situasi di dunia nyata melalui analisis terhadap model tersebut (Wati & Nuha, 2018). Kesimpulan atau keputusan yang diambil berdasarkan model sangat bergantung pada sejauh mana model matematika mampu merepresentasikan kondisi nyata dengan baik. Dalam konteks ini, model yang efektif akan membantu meminimalkan bias dalam proses pengambilan keputusan (Wati dkk., 2016).

Model matematika dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama: model matematika statis dan model matematika dinamis. Model matematika statis dicirikan dengan menggambarkan keterkaitan antar atribut sistem dalam keadaan seimbang atau ekuilibrium. Sebaliknya, model matematika dinamis mengakomodasi perubahan dalam atribut sistem saat mereka berkembang dari waktu ke waktu. Membangun model seperti itu melibatkan perolehan persamaan melalui metode analitik atau perhitungan numerik, bergantung pada kerumitan model yang ada.

### **Program Linear**

Program linear adalah suatu pendekatan matematika yang digunakan untuk mencapai solusi optimal dari suatu fungsi tujuan linear dengan mengalokasikan sumber daya yang terbatas dalam sebuah organisasi atau perusahaan. Pendekatan ini melibatkan pembentukan fungsi kendala yang juga linear dalam bentuk permasalahan yang dihadapi (Haming dkk., 2017).

Dari pengertian tersebut, terdapat konsep kunci yang memiliki peran penting sebagai berikut:

1. Fungsi kendala atau batasan adalah representasi dari pembatasan sumber daya yang membatasi proses optimisasi.
2. Fungsi tujuan atau nilai tujuan adalah tujuan yang ingin dicapai untuk mencapai solusi optimal.
3. Variabel keputusan adalah variabel yang nilainya dicari melalui proses optimisasi, baik untuk maksimisasi atau minimisasi.

Program linear memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Dapat mengatasi permasalahan dengan kendala dalam bentuk pertidaksamaan.
2. Mampu mengatasi banyaknya jumlah kendala.
3. Terbatas pada fungsi objektif dan kendala yang linear.

### **METODE**

Dalam penelitian ini, metode statistik inferensial digunakan dengan jenis data yang bersifat kuantitatif. Pendekatan statistik inferensial adalah pendekatan yang memeriksa data sampel dengan cara yang memungkinkan temuan atau hasil yang diperoleh dapat diaplikasikan atau diestimasi ke seluruh populasi dari tempat

di mana sampel diambil (Sugiyono, 2015). Tujuan dari metode statistik inferensial ini adalah untuk menggambarkan dan menjelaskan situasi yang ada dalam sektor pertanian di Desa Papungan berdasarkan fakta dan data yang terkumpul, sehingga memungkinkan untuk membuat kesimpulan yang lebih umum (digeneralisasikan). Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode ini mencakup tahap-tahap berikut: pertama, merumuskan asumsi awal; kedua, memilih variabel yang dianggap memiliki hubungan sebab-akibat; ketiga, memperkirakan nilai koefisien arah dan sifat atau tanda dari parameter yang diperoleh dari hubungan tersebut; selanjutnya, mengembangkan bentuk persamaan matematika atau model berdasarkan teori yang dipilih; kemudian, memilih metode perhitungan yang cocok agar dugaan awal dapat diuji sesuai dengan teori yang ada; terakhir, menguji hasil peramalan terhadap dasar teoritis yang digunakan.

Dalam rangka memahami hubungan kausalitas antara variabel-variabel tertentu dan membuat prediksi yang akurat, tahap-tahap di atas membantu peneliti untuk merumuskan model matematis yang menggambarkan fenomena yang diamati secara lebih sistematis dan objektif.

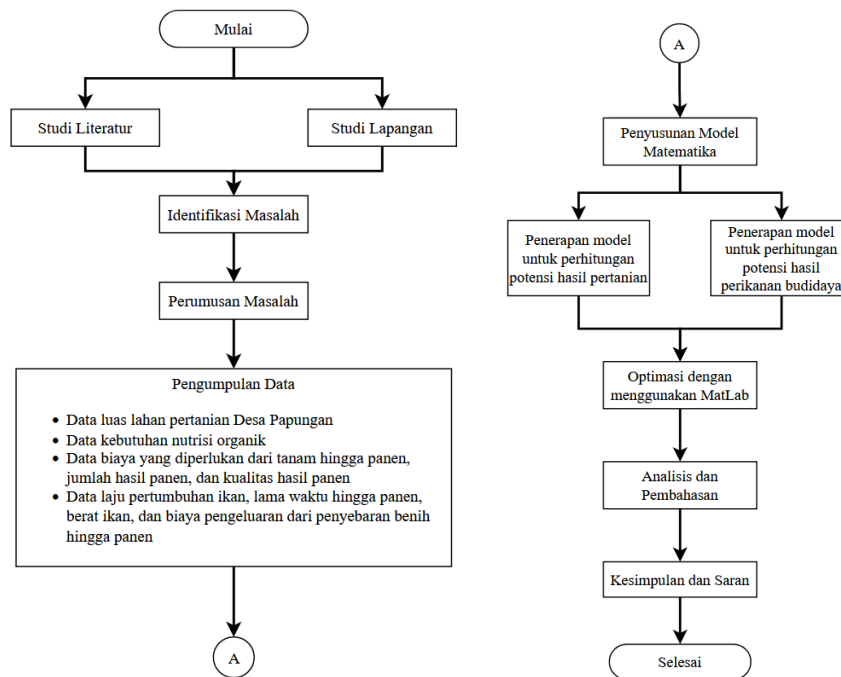
Pengumpulan data kuantitatif dilakukan melalui pengamatan langsung di Desa Papungan. Dalam upaya pengumpulan data, diterapkan strategi sampel probabilitas dengan menggunakan pendekatan pengambilan sampel acak langsung.

Menurut pandangan Gay & Diehl (1992), penting untuk memiliki ukuran sampel sebesar mungkin. Pandangan ini didasarkan pada asumsi bahwa semakin besar sampel yang diambil, semakin mewakili dan hasilnya dapat diterapkan secara umum. Meskipun demikian, ukuran sampel yang sesuai akan sangat tergantung pada jenis penelitian yang sedang dilakukan. Jika penelitian tersebut bersifat deskriptif, maka ukuran sampel minimum yang dianjurkan adalah 10% dari populasi. Dalam penelitian korelasional, disarankan untuk memiliki setidaknya 30 subjek dalam sampel. Jika penelitian bersifat kausal perbandingan, direkomendasikan untuk memiliki sampel sebanyak 30 subjek per kelompok. Dalam penelitian eksperimental, ukuran sampel yang disarankan adalah minimal 15 subjek per kelompok. Dari pendapat tersebut, maka peneliti bermaksud untuk menggunakan ukuran sampel sebesar 10% dari populasi untuk merepresentasikan kondisi dari populasi yang diamati. Dimana populasi yang dimaksudkan adalah 300 pohon cabai dan 1000 ekor ikan nila.

Pengumpulan data dilakukan secara periodik setiap 7 hari selama total 105 hari. Dalam kasus pengamatan terhadap pohon cabai, variabel yang diukur meliputi pertumbuhan lebar daun dan tinggi pohon. Sementara itu, dalam pengamatan terhadap ikan nila, variabel yang diukur mencakup panjang dan lebar badan ikan, serta berat ikan nila sebagai parameter pertumbuhan. Semua data hasil pengamatan tersebut dicatat dalam catatan penelitian. Selama periode penelitian, juga dicatat jumlah ikan nila yang mati sebagai bagian dari observasi yang dilakukan.

Model matematika disusun dengan tujuan menggambarkan hubungan antara berbagai variabel yang ada dalam penelitian. Data yang telah dikumpulkan digunakan sebagai parameter dalam model yang telah dibentuk. Model matematika tersebut kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak MatLab untuk dilakukan perhitungan dengan tujuan mendapatkan hasil yang optimal. Dalam proses ini, teknik optimasi yang digunakan dalam program MatLab adalah *fmincon*. *Fmincon* adalah salah satu solusi algoritma yang terdapat dalam MatLab dan digunakan

untuk menyelesaikan permasalahan optimasi, baik dalam bentuk linear maupun non-linear. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Luas Lahan Pertanian

Berikut merupakan data luas area wilayah Desa di Kecamatan Kanigoro yang diambil dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar:

Tabel 1. Luas wilayah Desa di Kecamatan Kanigoro

Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )
Minggirsari	1,86
Gogodeso	3,12
Karangsono	3,39
Satreyan	5,30
Kanigoro	2,92
Tlogo	3,18
Gaprang	2,13
Jatinom	2,36
Kuningan	2,74
Papungan	3,63
Banggle	5,52
Sawentar	19,40

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa luas wilayah Desa Papungan adalah 3,63 km<sup>2</sup>. Dari total luas wilayah tersebut, sekitar 40%, atau sekitar 1,4 km<sup>2</sup>, merupakan lahan pertanian di Desa Papungan.

### Kebutuhan Nutrisi Organik

Berikut merupakan rincian dosis pengaplikasian nutrisi organik dari beberapa jenis tanaman dalam satu kali panen per hektar:

Tabel 2. Rincian dosis pengaplikasian nutrisi organik (tanaman)

Jenis Tanaman	Hasil Panen (ton)	Jenis Nutrisi Organik	Jumlah Kebutuhan (liter)
<b>Padi</b>	7	NO Nabati	30
		PGPR	8.82
		ZPT	30
		Nitrobakter	14.7
		Jakaba	5.88
		NPK+	30
		PESNAB	30
		Fungisida	30
<b>Cabai</b>	35	Nitrobakter	14.7
		PESNAB	30
		NO Nabati	30
		PGPR	8.82
		ZPT	30
		Fungisida	30
		Jakaba	5.88
		NPK+	30

Sedangkan untuk pengaplikasian pada sektor perikanan, jumlah nutrisi yang diperlukan dalam 1 kg pakan ikan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Rincian dosis pengaplikasian nutrisi organik (ikan)

Jenis Nutrisi	Jumlah Kebutuhan (per 1 kg pakan)
<b>NO Nabati</b>	14 ml
<b>NO Hewani</b>	14 ml
<b>Ruminansia</b>	14 ml

#### Data Kebutuhan Biaya

Biaya yang diperlukan selama masa tanam padi dan cabai meliputi biaya pembelian benih, biaya pembelian pupuk, dan biaya pengelolaan lahan. Untuk tanaman padi, benih yang umumnya digunakan di Desa Papungan memiliki harga sekitar Rp. 65.000 untuk setiap 5 kg benih. Kebutuhan benih untuk menanam pada 1 hektar lahan adalah sekitar 25 kg. Sementara untuk tanaman cabai rawit, benih dapat dibeli dengan harga sekitar Rp. 65.000 untuk setiap 10 gram benih. Kebutuhan benih untuk menanam pada 1 hektar lahan adalah sekitar 125 gram. Biaya pembelian pupuk akan berfluktuasi tergantung pada jenis pupuk yang digunakan.

Manajemen lahan pertanian padi mencakup sewa tenaga kerja, sewa mesin bajak, perontok gabah, dan mesin pengupas gabah, bersama dengan biaya lainnya yang berjumlah sekitar Rp. 2.110.000 per 100 "ru" (luas satuan). Dengan kata lain, untuk lahan seluas 1 hektar, biaya manajemen lahan akan berkisar sekitar Rp.

14.770.000. Di sisi lain, pengelolaan lahan untuk tanaman cabai mencakup persiapan lahan, pemasangan ajir, sewa tenaga kerja, dan biaya lainnya, yang keseluruhannya akan mencapai sekitar Rp. 30.000.000 per hektar. Biaya tersebut juga termasuk biaya sewa tenaga kerja untuk melakukan penyemprotan nutrisi organik sebanyak 8 kali. Dalam setiap hektar lahan, diperlukan 7 tenaga kerja dengan biaya sewa Rp. 50.000 per orang per hari.

Apabila petani memutuskan untuk menggunakan pupuk kimia, maka biaya tenaga kerja untuk pemupukan akan berkurang sebesar Rp. 1.050.000. Sehingga, biaya manajemen lahan menjadi Rp. 13.720.000 untuk tanaman padi, dan Rp. 28.950.000 untuk tanaman cabai.

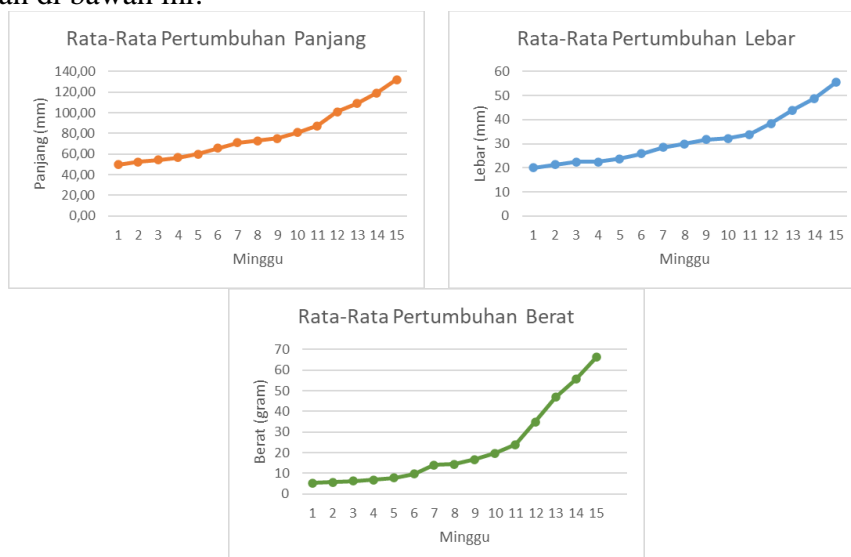
Selanjutnya, biaya yang dibutuhkan selama periode budidaya ikan nila melibatkan biaya pembelian anakan, biaya pakan dan nutrisi organik, serta biaya pengelolaan kolam. Bibit atau anakan ikan dapat diperoleh dengan harga sekitar Rp. 250 per ekor dan pakan ikan dapat dibeli dengan harga sekitar Rp. 275.000 per zak (berat 30 kg). Biaya pengelolaan kolam meliputi konsumsi listrik untuk mesin aerator, pompa air, dan penerangan dijelaskan pada Tabel 4:

Tabel 4. Biaya pengelolaan kolam

Nama alat	Daya (watt)	Intensitas Penggunaan	Harga per kWh	Biaya Listrik (per bulan)
Pompa air	135	4 jam/minggu	Rp 1.444	Rp 3.120
Aerator	50	24 jam/hari		Rp 51.984
Lampu	20	12 jam/hari		Rp 10.397

#### Data Laju Pertumbuhan Ikan

Parameter-parameter yang diobservasi dalam penelitian ini terkait dengan laju pertumbuhan ikan nila meliputi panjang, lebar, dan berat ikan. Informasi mengenai parameter-parameter tersebut dapat ditemukan dalam grafik yang diberikan di bawah ini:



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan ikan

#### Penyusunan Model Matematika



Variabel yang memiliki pengaruh terbesar dari pemodelan yang akan dilakukan adalah total luas lahan yang tersedia. Desa Papungan sendiri terdapat lahan sawah seluas 1,4 km<sup>2</sup> atau 140 hektar. Maka dapat difungsikan:  $L_1 + L_2 \leq L_0$

Keterangan:

$L_0$	= Total luas lahan tersedia
$L_1$	= Luas lahan untuk padi
$L_2$	= Luas lahan untuk cabai

Untuk menghitung berapa banyak kolam yang ada, dengan asumsi bahwa dari seluruh rumah yang ada terdapat n persen rumah yang memiliki kolam bioflok maka dapat difungsikan:  $K = D \times \text{jumlah rumah}$   $\{K \in \mathbb{Z}\}$

Keterangan:

$K$	= Jumlah kolam
$D$	= Presentase rumah yang memiliki kolam bioflok

Untuk menghitung jumlah potensi hasil panen ikan nila pada kolam sebanyak K, maka dapat difungsikan:  $P_I = \bar{I} \times \hat{I} \times K$

Dimana:  $\bar{I} = \frac{F}{\text{Target FCR} \times \hat{I}}$

Keterangan:

$P_I$	= Potensi hasil panen ikan nila kolam bioflok (kg)
$\bar{I}$	= Target berat rata-rata ikan (kg)
$\hat{I}$	= Target jumlah rata-rata ikan yang hidup per kolam
FCR	= Food Consumption Ratio
$F$	= Target konsumsi pakan
$\check{I}$	= Total tebar anakan ikan

Untuk menghitung jumlah potensi hasil panen tanaman padi pada lahan seluas  $L_1$ , maka dapat difungsikan:  $P_P = L_1 \times \bar{G} \times \hat{G}$

Keterangan:

$P_P$	= Potensi hasil panen tanaman padi (ton)
$\bar{G}$	= Target rata-rata hasil panen padi per hektar (ton)
$\hat{G}$	= Nilai konversi dari gabah ke beras (0,4 – 0,65)

Untuk menghitung jumlah potensi hasil panen tanaman cabai pada lahan seluas  $L_2$ , maka dapat difungsikan:  $P_C = L_2 \times \bar{H}$

Keterangan:

$P_C$	= Potensi hasil panen tanaman cabai (ton)
$\bar{H}$	= Target rata-rata hasil panen cabai per hektar (ton)

Besarnya biaya pengeluaran yang diperlukan untuk mengelola budidaya ikan nila dengan bioflok dapat difungsikan dengan:  $TC_I = F(A_0 + (N_1 \times B_1) + (N_2 \times B_2) + (N_3 \times B_3)) + K((\check{I} \times A_1) + (A_2 \times \Delta t))$

Keterangan:

$TC_I$	= Total biaya pengeluaran budidaya ikan nila kolam bioflok
$A_0$	= Harga pakan ikan
$A_1$	= Harga anakan ikan per ekor
$A_2$	= Konsumsi listrik per hari (rupiah)
$B_1$	= Harga NO Nabati per liter (rupiah)

B <sub>2</sub>	= Harga NO Hewani per liter (rupiah)
B <sub>3</sub>	= Harga Ruminansia per liter (rupiah)
N <sub>1</sub>	= Dosis NO Nabati (liter)
N <sub>2</sub>	= Dosis NO Hewani (liter)
N <sub>3</sub>	= Dosis Ruminansia (liter)
Δt	= lama masa budidaya (hari)

Besarnya biaya pengeluaran yang diperlukan untuk mengelola lahan pertanian tanaman padi dapat difungsikan dengan:  $TC_P = (25L_1 \times A_3) + (A_4 \times L_1) + (147,7 \times 10^5 \times L_1)$

Dimana:  $A_4 = (N_{11} \times B_1) + (N_4 \times B_4) + (N_5 \times B_5) + (N_6 \times B_6) + (N_7 \times B_7) + (N_8 \times B_8) + (N_9 \times B_9)$

Keterangan:

TC <sub>P</sub>	= Total biaya pengeluaran pengelolaan padi
A <sub>3</sub>	= Harga benih padi per kg (rupiah)
A <sub>4</sub>	= Harga total pemakaian nutrisi organik (rupiah)
B <sub>4</sub>	= Harga PGPR per liter (rupiah)
B <sub>5</sub>	= Harga NPK+ per liter (rupiah)
B <sub>6</sub>	= Harga PESNAB per liter (rupiah)
B <sub>7</sub>	= Harga ZPT per liter (rupiah)
B <sub>8</sub>	= Harga Jakaba per liter (rupiah)
B <sub>9</sub>	= Harga Nitrobakter per liter (rupiah)
N <sub>4</sub>	= Dosis PGPR (liter)
N <sub>5</sub>	= Dosis NPK+ (liter)
N <sub>6</sub>	= Dosis PESNAB (liter)
N <sub>7</sub>	= Dosis ZPT (liter)
N <sub>8</sub>	= Dosis Jakaba (liter)
N <sub>9</sub>	= Dosis Nitrobakter (liter)
N <sub>11</sub>	= Dosis No. Nabati (liter)

Besarnya biaya pengeluaran yang diperlukan untuk mengelola lahan pertanian tanaman cabai dapat difungsikan dengan:  $TC_C = (125L_2 \times A_5) + (A_4 \times L_2) + (3 \times 10^7 \times L_2)$

Keterangan:

TC <sub>C</sub>	= Total biaya pengeluaran pengelolaan cabai
A <sub>5</sub>	= Harga benih cabai per gram (rupiah)

Untuk menghitung potensi laba atau pendapatan yang dapat diperoleh dari budidaya ikan nila dengan kolam bioflok, maka dapat difungsikan:  $TI_I = (P_I \times Z_I) - TC_I$

Keterangan:

TI <sub>I</sub>	= Keuntungan dari budidaya ikan nila kolam bioflok
Z <sub>I</sub>	= Harga jual ikan nila

Untuk menghitung potensi laba atau pendapatan yang dapat diperoleh dari pertanian tanaman padi, maka dapat difungsikan:  $TI_P = (P_P \times Z_P) - TC_P$

Keterangan:

TI <sub>P</sub>	= Keuntungan dari pertanian tanaman padi
Z <sub>P</sub>	= Harga jual beras

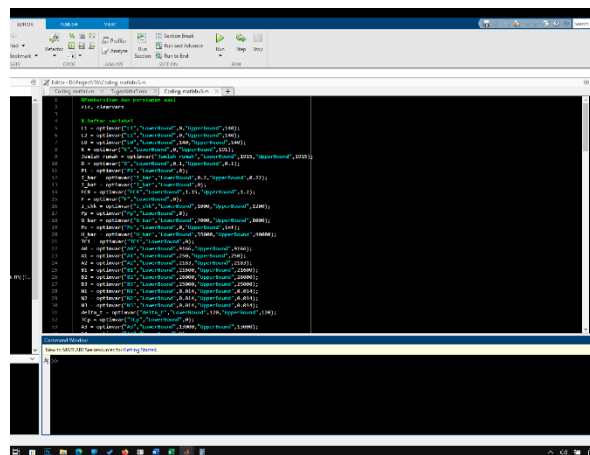
Untuk menghitung potensi laba atau pendapatan yang dapat diperoleh dari pertanian tanaman cabai, maka dapat difungsikan:  $TI_C = (P_C \times Z_C) - TC_C$

Keterangan:

<b>TI<sub>C</sub></b>	<b>= Keuntungan dari pertanian tanaman cabai</b>
<b>Z<sub>C</sub></b>	<b>= Harga jual cabai</b>

### Implementasi Model Matematika ke dalam Software MatLab

Dari persamaan-persamaan yang telah dijabarkan di atas, kemudian dicari bagaimana pembagian penggunaan lahan yang optimal untuk memaksimalkan potensi keuntungan yang bisa diperoleh dari penggunaan lahan tersebut dengan MatLab.



Gambar 3. Implementasi model matematika dalam software MatLab

Kode yang telah disusun berdasarkan model matematika yang telah dirumuskan kemudian dijalankan, dan diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Potensi keuntungan total yang bisa dihasilkan dari penjualan hasil panen ikan nila bioflok, padi, dan cabai adalah sejumlah 3.519.300.000 rupiah.
2. Total potensi keuntungan ini diperoleh melalui pemanfaatan lahan seluas 139,5143 hektar untuk pertanaman padi, dan 0,4857 hektar untuk pertanaman cabai. Selain itu, diperhitungkan bahwa 10 persen dari total jumlah rumah di Desa Papungan memiliki kolam bioflok.
3. Hasil potensial yang dapat diperoleh dari panen adalah sekitar 40,926 ton ikan nila, 586,06 ton beras dari tanaman padi, dan 17 ton cabai, dalam setiap siklus panen yang dilakukan.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, setiap hektar lahan pertanian yang digunakan memiliki potensi panen padi antara 7 hingga 8 ton. Dengan memperhitungkan konversi dari gabah menjadi beras sebesar 60%, maka hasil beras yang bisa dihasilkan per hektar adalah antara 4,2 hingga 4,8 ton. Ini merupakan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan hasil panen yang menggunakan pupuk kimia, yang hanya mencapai konversi gabah ke beras sekitar 50%.

Sementara itu, potensi hasil yang bisa diperoleh dari budidaya ikan dengan kolam bioflok dalam satu siklus berkisar antara 213 kg per kolam. Kebutuhan ikan untuk masyarakat Desa Papungan adalah sekitar 7,6 ton per bulan, sehingga dalam waktu 4 bulan (satu siklus panen ikan), total kebutuhan akan mencapai 52,4 ton ikan. Dengan asumsi bahwa 10% dari seluruh rumah di Desa Papungan memiliki

kolam bioflok, hasil panen yang bisa diperoleh akan dapat memenuhi hingga 78% dari total kebutuhan konsumsi ikan masyarakat Desa Papungan.

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil perhitungan optimasi, terungkap bahwa Desa Papungan memiliki potensi pendapatan sekitar Rp. 3.519.300.000 apabila 10% dari jumlah rumah di Desa Papungan memanfaatkan kolam budidaya ikan nila sistem bioflok, dan juga melakukan kegiatan pertanian dengan beralih dari pupuk kimia ke nutrisi organik.

Hasil potensial yang bisa diperoleh dari panen meliputi sekitar 40,926 ton ikan, 586,06 ton beras, dan 17 ton cabai dalam satu periode panen di lahan seluas total 140 hektar.

Dengan adanya 10% dari seluruh rumah di Desa Papungan yang terlibat dalam budidaya ikan dengan kolam bioflok, maka sekitar 78% dari total kebutuhan

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arifien, Y., Pranandita Putra, R., Budibruri Wibaningwati, D., Tipa Anasi, P., Masnang, A., Hadyan Rizki, F., Rahman Suradi, A., Rismaya, R., Marlina, L., Anggarawati, S., Prihatini, R., Sunardi, & Indrawati, E. (2022). *Pengantar Ilmu Pertanian*. PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- Fikri, A. D., Wandira, Y. A., Blegur, F. I., & Murnawan, H. (2018). PENGOLAHAN DAN PEMBUATAN PUPUK CAIR DARI SAMPAH ORGANIK. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 1(1).
- Gay, L. R., & Diehl, P. L. (1992). *Research Methods for Business and Management*. Macmillan Publishing Company.
- Haming, M., Ramlawati, Suriyanti, & Imadussin. (2017). *OPERATION RESEARCH: TEKNIK PENGAMBILAN KEPUTUSAN OPTIMAL* (1 ed.). PT Bumi Aksara.
- Harris, D. R., & Fuller, D. Q. (2014). Agriculture: Definition and Overview. Dalam *Encyclopedia of Global Archaeology* (hlm. 104–113). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2\\_64](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_64)
- Undang-undang (UU) tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan, Pub. L. No. 45 (2009).
- Sugiyono. (2015). *STATISTIKA UNTUK PENELITIAN*. ALFABETA.
- Tarliah Dimiyati, T., & Dimiyati, A. (2015). *OPERATIONS RESEARCH Model-model Pengambilan Keputusan*. Sinar Baru Algesindo.
- Wati, P. E. D. K., & Nuha, H. (2018). Pengembangan Model Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP) Dalam Penentuan Lokasi Pendirian Gudang. *Jurnal Teknik Industri*, 19(1), 21–27. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol19.No1.21-27>
- Wati, P. E. D. K., Nuha, H., & Murnawan, H. (2017). Model Penentuan Lokasi Pendirian Distribution Center. *SATELIT*, 70–74.
- Wati, P. E. D. K., Pujawan, I. N., & Siswanto, N. (2016). *Model Penentuan Jumlah dan Lokasi Fasilitas Barang Bantuan Bencana*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.