

**Strategi Komputasional Untuk Meningkatkan
Profitabilitas Budidaya Ikan Lele di Kalimantan
Barat**



Disusun Oleh:

Nur Hidayah Alifianty

NIM: 16523035

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**TUGAS AKHIR**

Yogyakarta, 26 Juli 2023

Pembimbing,

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

(Sri Mulyati, S.Kom.,M.Kom)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**Strategi Komputasional Untuk Meningkatkan Profitabilitas
Budidaya Ikan Lele di Kalimantan Barat**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana
di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 26 Juli 2023

Tim Penguji

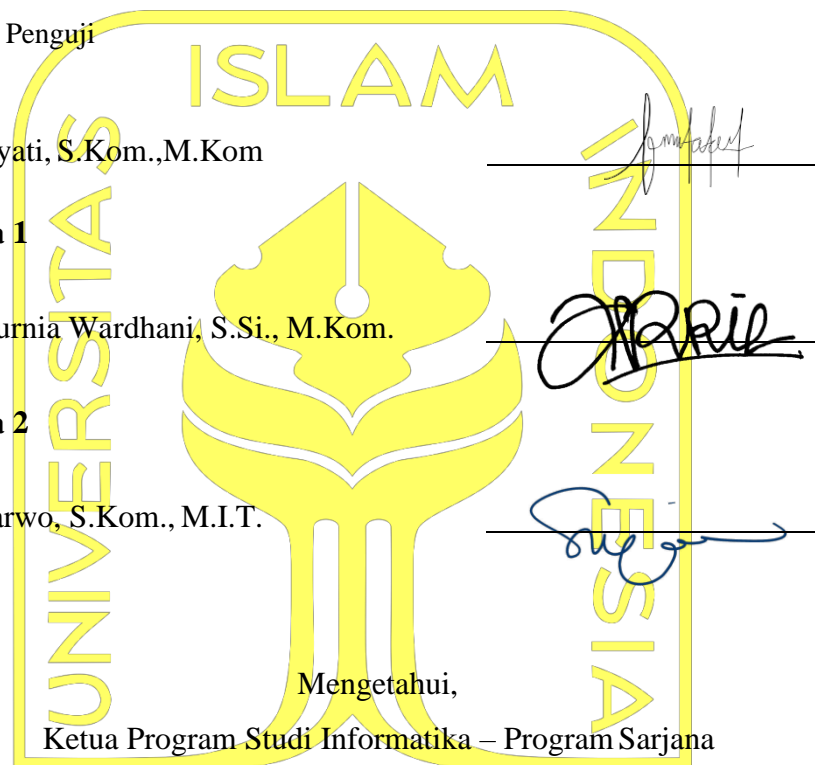
Sri Mulyati, S.Kom., M.Kom

Anggota 1

Arrie Kurnia Wardhani, S.Si., M.Kom.

Anggota 2

Ari Sujarwo, S.Kom., M.I.T.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hidayah Alfianty
NIM : 16523035

Tugas akhir dengan judul:

Strategi Komputasional Untuk Meningkatkan Profitabilitas Budidaya Ikan Lele di Kalimantan Barat

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 26 Juli 2023



(Nur Hidayah Alfianty)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Robbil 'Alamin puji syukur atas segala nikmat dan karunia yang Allah SWT berikan kepada saya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan, saya persembahkan tugas akhir ini untuk,

Kedua orang tua saya yang tercinta, Bapak Alpian dan Ibu Lily Susanti, Adik – adik saya, Sulistia Nova Pradana, Nurul Fitria Alfianty, Sulistia Nova Prahesti, Indah Safitri, Salman Al Farisy, Sulistia Nova Pradini dan Abudzhar Al Ghifary,

Sahabat seperjuangan dari sekolah dasar sampai sekarang, Aprilazuardi, Rinto, Icmi Risalati, Nurfa Kholiza, Asmandi, Ressa Frezajara
Dan seluruh teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

HALAMAN MOTO

*“Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.”*

(QS. Al-Insyirah : 5-6)

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(QS. Al-Mujadalah : 11)

“Mencari Ilmu itu adalah wajib bagi setiap muslim laki-laki maupun muslim perempuan.”

(HR. Ibnu Abdil Barr)

“Tidak peduli seberapa sulit atau tidak mungkin untuk dicapai, kamu tidak boleh kehilangan pandangan terhadap tujuanmu”

(Monkey D Luffy)

“Jangan sia-siakan kesempatan yang ada, akan membosankan kalau sampai kau menyesalinya dikemudian hari.”

(Frangky SHP)

“Hidup itu seperti pensil yang pasti akan habis, tetapi akan meninggalkan tulisan yang indah dalam kehidupan.”

(Nami SHP)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, penulis ucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir dapat penulis selesaikan. Tidak lupa shalawat serta salam kami ucapkan kepada junjungan nabi Allah Nabi Muhammad SAW, beserta para keluarga dan sahabatnya yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia. Adapun Tugas Akhir kami mengenai “Strategi Komputasional Untuk Meningkatkan Profitabilitas Budidaya Ikan Lele di Kalimantan Barat”

Pelaksanaan Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah wajib dari jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dan juga merupakan sarana bagi penulis untuk menambah wawasan serta pengalaman dalam menerapkan keilmuan, sesuai dengan yang diambil di bangku perkuliahan.

Oleh, Karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis atas segala doa dan dukungan selama penulis melakuakn Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Sri Mulyati, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir di Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Segenap keluarga besar teman-teman di Fakultas Teknologi Industri terutama dari Jurusan Informatika 2016 Universitas Islam Indonesia

yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.

5. Teman-teman KKN Unit 81 (Firda, Fitri, Yuda, Ova, Fitra, dan Rumi) yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doanya.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu kami dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman di lapangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 26 Juli 2023

(Nur Hidayah Alfianty)

SARI

Indonesia merupakan negara yang kaya akan berbagai hayati. Ikan air tawar merupakan salah satu kekayaan yang sangat diminati para peternak karena memiliki banyak peminat dan mudah untuk memeliharanya, jenis ikan yang sering dibudidayakan adalah lele. Ikan lele yang banyak dibudidayakan yaitu lele dumbo, lele sangkuriang, dan lele phyton. Berdasarkan hasil survei di Peternakan Sumber Mina di Sambas, Kalimantan Barat faktor yang mempengaruhi produksi ikan lele antara lain pakan dengan berbagai ukuran, vitamin, biaya tenaga kerja, listrik, lahan dan cuaca. Informasi hasil survei terkait pengembangbiakan ikan digunakan sebagai pemodelan pada fungsi batasan adapun fungsi batasan yang digunakan pakan berukuran kecil, sedang dan besar.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan pengkajian penerapan Linear Programming (LP) untuk memaksimalkan profit penjualan ikan lele dengan mengoptimasi produksi ikan lele. Optimasi dilakukan menggunakan metode Simpleks. Linear programming merupakan teknik perencanaan yang bersifat analisis yang menggunakan metode matematika untuk memecahkan masalah pengalokasian sumber daya dan produk yang terbatas agar mendapat keuntungan yang optimal. Guna mengatasi permasalahan terkait produksi ikan lele perlu strategi komputasional untuk meningkatkan profitabilitas budidaya ikan lele. Perhitungan dengan metode simpleks untuk memaksimalkan keuntungan produksi, maka Sumber Mina perlu mengoptimalkan pada produksi ikan lele kecil sebanyak 22.0kg, ikan lele sedang sebanyak 36.8kg dan ikan lele besar sebanyak 55.3kg. sehingga keuntungan optimal yang diperoleh adalah senilai Rp 25.000.000.

Berdasarkan model komputasi yang dihasilkan diharapkan mampu memberi solusi bagi peternak untuk meningkatkan profitabilitas budidaya ikan lele.

Kata kunci: Budidaya Ikan Air Tawar, Linear Programming, Metode Simpleks, Optimasi Keuntungan.

GLOSARIUM

+

Flowchart	diagram untuk menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program.
Software	perangkat program, prosedur, dan dokumentasi yang berkaitan dengan suatu sistem (misalnya komputer).
Linear Programming	metode untuk memperoleh hasil optimal dari suatu model matematika.
Optimasi	proses untuk mencapai hasil yang ideal (nilai efektif yang dapat dicapai).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	2
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	3
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	4
HALAMAN PERSEMBAHAN	5
HALAMAN MOTO.....	6
KATA PENGANTAR.....	7
SARI.....	9
GLOSARIUM	10
DAFTAR ISI	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL	12
DAFTAR GAMBAR	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Optimasi	9
2.2 Penelitian Terdahulu	9
2.3 Linear Programing	18
2.4 Metode Simpleks	19
2.5 Python	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Profil Tempat Pengambilan Data	21
3.2 Sumber Data	26
3.3 Metode Pengumpulan Data	27
3.5 Menentukan Model Pemrograman Linear	27
3.4 Penyelesaian Metode Simpleks	28
3.6 Pemodelan Matematika	29
BAB IV PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Pengembalian Data	43
4.2 Penentuan Fungsi Tujuan	46
4.3 Fungsi Batasan	46
4.5 Implementasi Coding	50
BAB V KESIMPULAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Terdahulu.....	9
Tabel 3.1 Faktor Penyebab	29
Tabel 3.2 Variabel.....	33
Tabel 3.3 Penyelesaian.....	35
Tabel 3.4 Pemberian Pakan (gr).....	36
Tabel 3.5 Tabel Awal.....	37
Tabel 3.6 Cek Optimalisasi.....	38
Tabel 3.7 Kolom Kunci.....	38
Tabel 3.8 Nilai Baris Kunci	39
Tabel 3.9 Tabel II.....	39
Tabel 3.10 Tabel II Nilai Optimalisasi Pertama	39
Tabel 3.11 Kolom Kunci.....	40
Tabel 3.12 Baris Kunci	40
Tabel 3.13 Tabel III	40
Tabel 3.14 Tabel III Nilai Optimalisasi Kedua.....	41
Tabel 3.15 Tabel Kolom Kunci dan Baris Kunci	41
Tabel 3.16 Tabel IV	42
Tabel 3.17 Optimalisasi Akhir	42
Tabel 4.1 Data Priode Pembibitan	43
Tabel 4.2 Pengeluaran.....	44
Tabel 4.3 Pemberian Pakan (gr).....	46
Tabel 4.4 Peneylesaian nilai variabel.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kolam Terpal	22
Gambar 3.2 Kolam Lele.....	23
Gambar 3.3 Pakan Ikan.....	24
Gambar 3.4 Vitamin.....	24
Gambar 3.5 Ikan Lele Konsumsi	25
Gambar 3.6 Ukuran Lele.....	25
Gambar 3.7 Ember Sortir Lele.....	26
Gambar 3.8 Daftar Ukuran Ember Sortir.....	26
Gambar 3.9 Flowchart Penyelesaian Metode Simpleks	28
Gambar 4.1 Solver	49
Gambar 4.2 Add Constraint	50
Gambar 4.3 Output Implementasi.....	53
Gambar 4.1 SolverGambar 4. 3 Output Implementasi	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang luas dan kaya akan keanekaragaman hayati dan hewani, salah satunya ikan air tawar. Selain banyak diminati karena harga yang terjangkau dan banyak dijual dipasaran, ikan juga merupakan sumber protein. Menurut Badan Pusat Statistik di tahun 2018 lele merupakan ikan air tawar yang banyak dipelihara dan ditenakkan oleh masyarakat, karena populasinya yang banyak dan kebutuhan masyarakat yang besar pula. Ikan lele yang sering dibudidayakan spesies *Clarias Batrachus* dan *Charias Gariepinus*, dan ikan air tawar yang banyak dibudidayakan peternak adalah ikan gurame sebanyak 6.458.888.553 ekor, Patin sebanyak 7.153.773.357 ekor, ikan mas sebanyak 14.540.533.559 ekor, nila sebanyak 27.719.963.441 ekor, dan lele sebanyak 20.870.131.831 ekor (Statistik, 2018). Pemilihan penelitian ini didasarkan pada jumlah pertimbangan yang mungkin berkaitan dengan tujuan penelitian, permintaan pasar yang tinggi di beberapa wilayah dan lebih menjanjikan dalam hal pemasaran, pertumbuhan dalam kurun waktu yang cepat dapat meningkatkan efisiensi produksi dan omzet, jenis kolam dan tempat untuk pembudidayaan ikan lele lebih fleksibel jadi cocok di segala jenis lingkungan, ikan lele lebih tahan terhadap beberapa penyakit jadi bisa mengurangi risiko terjadinya wabah penyakit yang dapat mempengaruhi produksi budidaya ikan lele dianggap relatif mudah, pemula mudah membudidayakan ikan lele dan memiliki nilai protein tinggi.

Protein pada ikan lele berguna untuk pembentukan sel imun, pengembangan sel-sel otak dan vitamin B2 untuk pembentukan sel darah. Ikan air tawar banyak diminati kalangan masyarakat selain untuk dikonsumsi juga untuk dibudidayakan. Ikan air tawar sangat mudah untuk dibudidayakan karena bisa menggunakan media kolam terpal atau kolam tanah yang dikasih terpal dengan kondisi lahan seadanya. Budidaya ikan lele bisa menjadi usaha yang menjanjikan, terutama jika dilakukan dengan manajemen yang baik, keberhasilan dan potensi keuntungan dalam budidaya lele dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti geografis, skala usaha, manajemen, dan kondisi pasar. Keuntungan dalam budidaya lele selain diminati banyak orang dan tingginya permintaan pasar, pertumbuhan ikan lele terbilang cepat lele dapat mencapai ukuran panen yang layak, budidaya lele bisa dilakukan di media kolam terpal, kolam beton dan kolam tanah yang diberi terpal yang kebutnya cocok diberbagai

daerah, harga jual yang stabil dan tidak terlalu fluktuatif dapat memberikan stabilitas pendapatan bagi peternak, ikan lele memiliki kandungan protein yang tinggi dan menjadi sumber protein yang penting dalam diet manusia.

Budidaya ikan lele menghadapi berbagai kendala dan tantangan seperti kualitas air yang harus selalu dijaga, air yang tidak baik kualitas oksigennya rendah, pH tidak sesuai dan kandungan amonia atau nitrit yang tinggi dapat mengganggu kesehatan dan pertumbuhan ikan lele, penyakit yang dialami ikan lele biasanya infeksi bakteri, virus atau parasit yang dapat menyebar dengan cepat dalam kolam akhirnya mengakibatkan mati masal serta kerugian finansial, kepadatan populasi ikan lele yang terlalu tinggi di dalam kolam dapat mengakibatkan penurunan kualitas air dan resiko penyebaran penyakit yang cepat, pemberian pakan yang tidak seimbang dalam nutrisi atau pemberian yang berlebihan dapat menyebabkan masalah kesehatan dan pencemaran air, lingkungan yang kurang baik seperti drainase yang buruk, kurangnya aerasi dan pengelolaan limbah yang tidak memadai dapat mempengaruhi kualitas air, bibit yang terinfeksi penyakit dapat mengakibatkan pertumbuhan yang tidak optimal dan risiko penyebaran penyakit ke populasi lain, perubahan iklim dapat mempengaruhi suhu air, kualitas air, dan tingkat pakan alami, pemberian pakan dapat menjadi perhatian utama dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah, pakan alami dalam lingkungan perairan mungkin tidak konsisten, harga jual ikan lele sering tidak stabil dan persaingan dengan produk ikan lainnya, keterbatasan teknologi yang tidak semua peternak memiliki akses atau pengetahuan terhadap teknologi terbaru dalam manajemen budidaya ikan lele. penting bagi peternak ikan lele untuk memiliki pengetahuan yang baik tentang manajemen budidaya yang baik, untuk memantau kondisi dan kesehatan ikan dengan teliti serta memiliki rencana kontingensi untuk menghadapi kendala yang muncul.

Budidaya ikan lele relatif mudah dibandingkan dengan beberapa jenis ikan lainnya, ini sebabkan karena beberapa faktor yang membuat budidaya ikan lele lebih mudah diakses dan dikelola bagi pemula, seperti siklus pertumbuhan yang cepat hanya dalam waktu sekitar 3-4 bulan ikan lele mencapai ukuran panen yang layak, ikan lele memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi. Ikan lele dapat bertahan dengan kualitas air yang tidak sempurna selama aspek-aspek manajemen budidaya dijaga dengan baik, Tempat untuk membudidayakan ikan lele cukup fleksibel bisa di kolam terpal, kolam beton, kolam tanah yang dikasih terpal yang bisa menyesuaikan anggaran yang dimiliki. Pengelolaan yang baik masih diperlukan untuk memastikan kualitas air, kesehatan ikan dan efisiensi produksi yang

optimal. Peternak perlu memahami prinsip-prinsip dasar budidaya ikan lele, manajemen lingkungan dan kesehatan ikan untuk mencapai hasil yang baik.

Objek penelitian pembudidayaan ikan lele yang berlokasi di Peternakan Sumber Mina yang berada di daerah Sambas, Kalimantan Barat berdiri sejak Mei 2016 sampai saat ini sudah memiliki 115 kolam ikan dan luas lahan 20x30m untuk budidaya dengan modal awal 3.000.000 untuk membeli 15 ekor ikan induk yang terdiri dari 10 ekor betina dan 5 ekor jantan.

Masa pembibitan dilakukan dengan sistem periodik selama 2 minggu sekali, dalam satu bulan dapat mengawinkan sekitar 5 pasang ikan induk dengan waktu kawin yang singkat. Masa kawin ikan lele bervariasi tergantung beberapa faktor termasuk jenis lele, kondisi lingkungan dan praktik budidaya. Secara umum ikan lele cenderung memijah pada musim tertentu, terutama pada musim hujan karena pada saat musim hujan suhu air cenderung lebih hangat dan ketersediaan pakan alami meningkat. Musim hujan juga menyediakan lingkungan yang cocok bagi perkembangan larva ikan lele. pH air pada musim hujan dapat mempengaruhi kualitas air dalam kolam budidaya ikan, curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan air kolam budidaya menjadi terencerkan yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi berbagai zat terlarut dalam air, termasuk ion-ion yang berkontribusi pada pH air.

Hasil wawancara dengan pemilik peternakan Sumber Mina faktor yang mempengaruhi produksi ikan lele selain pakan, vitamin, biaya tenaga kerja, listrik dan lahan ada juga musim. Musim memiliki pengaruh yang signifikan terhadap budidaya lele, kondisi cuaca, suhu air dan faktor lingkungan lainnya selama berbagai musim dapat mempengaruhi keberhasilan budidaya lele. Waktu musim hujan ketersediaan air yang lebih banyak dan tingginya ketersediaan pakan alami biasanya membuat ikan lele memiliki kondisi pertumbuhan yang baik. Pada musim hujan memiliki resiko banjir atau air tergenang berlebihan di kolam budidaya dapat mempengaruhi kualitas air dan mengganggu kesehatan ikan, pengendalian drainase dan manajemen kualitas air yang lebih intensif diperlukan. Pada musim kemarau memerlukan perhatian khusus dan tindakan yang tepat untuk memastikan bahwa ikan lele tetap sehat dan tumbuh dengan baik, ketersediaan air yang terbatas mungkin memaksa peternak untuk lebih mengatur penggunaan air dan mempertahankan kualitas air yang baik. Ketersediaan pakan alami mungkin berkurang, tetapi pemberian pakan tambahan dengan komposisi nutrisi yang tepat dapat mendukung pertumbuhan ikan. Suhu air yang lebih tinggi dan potensi kekeringan dapat mempengaruhi metabolisme ikan. Aerasi dan pengaturan suhu air menjadi lebih penting.

Pembudidayaan ikan lele mudah karena dengan lahan seadanya bisa menggunakan media kolam, kolam yang digunakan bisa kolam terpal, kolam semen dan kolam tanah. Waktu

membudidayakan ikan lele ada beberapa hal yang harus diperhatikan seperti air karena pH airnya harus pas supaya tidak menyebabkan kematian masal pada ikan lele, pH air netral untuk air berada di tingkat keasaman 7 dan suhu netral air 10-20 derajat celcius. pH air yang bisa digunakan dengan tingkat keasaman 6,5-8, tingkat keasaman dan kebasaaan dalam air sangat penting dalam mempertahankan kesehatan dan kelangsungan hidup ikan lele, jika pH air terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan perubahan dalam kelarutan oksigen dan konsentrasi senyawa lain dalam air. Suhu air yang digunakan untuk pembudidayaan lele berada dalam kisaran 20-30 derajat celcius karena suhu tersebut menyediakan kondisi optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan lele dan suhu air yang tepat juga mempengaruhi proses reproduksi dan perkembangbiakan ikan lele. Pada suhu yang sesuai ikan lele akan cenderung lebih aktif dalam pemijahan dan telur-telur yang dihasilkan akan lebih berkembang. Penting untuk secara rutin memantau pH dan suhu air kolam budidaya ikan lele dan mengambil tindakan yang diperlukan jika pH air berada diluar kisaran yang optimal.

Predator ikan lele adalah hewan atau organisme lain yang memangsa ikan lele. beberapa predator yang menjadi ancaman bagi ikan lele dalam kondisi budidaya maupun di alam liar seperti musang merupakan predator yang sering menjadi ancaman bagi ikan lele dikolam budidaya terutama kolam yang didekat hutan dan semak belukar, ular sawah atau ular air juga dapat menjadi predator bagi ikan lele, mereka bisa memasuki kolam dan memangsa ikan lele yang berada di sekitar permukaan air, linsang adalah hewan pemangsa ikan lele yang bisa mengancam ditempat budidaya, kucing yang berkeliaran di sekitar kolam budidaya juga bisa jadi predator bagi ikan lele, burung pemangsa air atau burung bangau dapat memangsa ikan lele yang berenang di permukaan.

Jika menggunakan media kolam terpal dan kolam tanah harus rutin dicek karena ikan lele bisa membuat lubang. Listrik yang digunakan untuk penerangan dan perputaran air yang ada di kolam, pakan yang dibutuhkan ada 3 jenis sesuai dengan usia ikan lele, seperti ikan yang berusia 5-15 hari sudah bisa dikasih makan berupa cacing sutra dengan cara ditebar pada kolam, untuk usia 15-25 diberi pakan halus sehari dua kali yaitu pada siang dan malam hari, pada usia 25-30 diberi pakan yang berukuran 0,5ml dan diberikan 3 kali sehari pada pagi siang dan malam, pada usia 30-40 diberi pakan yang berukuran 1ml diberikan pada pagi, siang dan malam.

Pemilihan vitamin yang digunakan memiliki manfaat untuk meningkatkan kualitas, merangsang pertumbuhan, meningkatkan metabolisme mencegah terserang penyakit dan mengurangi stress pada ikan dan SDM untuk mengurus peternakan harus orang yang telaten.

Proses budidaya dan pengembangan ikan dalam lingkungan yang dikendalikan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan sumber daya protein hewani. produksi ikan melibatkan berbagai tahap, mulai dari persiapan kolam atau wadah budidaya, pemilihan ikan induk yang berkualitas, pemberian pakan, pengaturan lingkungan dan manajemen penyakit. Beberapa permasalahan yang terjadi dalam proses produksi ikan lele seperti kualitas air, penyakit, manajemen pakan, kepadatan populasi dan kualitas bibit. Ikan lele memerlukan nutrisi yang tepat untuk tumbuh dan berkembang dengan baik, pakan memberikan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan ikan lele. Permasalahan yang meliputi pakan sering terjadi seperti ketersediaan pakan alami dalam lingkungan perairan mungkin tidak selalu cukup. oleh karena itu, pemberian pakan tambahan menjadi penting. Pemberian pakan yang efisien perlu dijaga agar tidak ada pemborosan dan agar pakan benar-benar dimanfaatkan oleh ikan, memilih bahan baku dan formulasi yang sesuai untuk pakan adalah tantangan. formula yang kurang tepat dapat mengakibatkan defisiensi nutrisi atau masalah pencernaan.

Dalam menghadapi permasalahan dalam produksi ikan dan pakan, optimalisasi menjadi penting karena optimalisasi produksi ikan dapat membantu mengelola penggunaan air, pakan, dan energi yang lebih efisien, mengurangi dampak lingkungan dan biaya produksi. Untuk menghasilkan produksi yang maksimal, kombinasi pakan dan kondisi lingkungan yang optimal diperhatikan dengan mempertimbangkan peran penting dari protein dan vitamin B2 yang terkandung dalam ikan lele. Kualitas dan kuantitas yang baik dan dalam jumlah yang memadai untuk memenuhi permintaan pasar, dengan optimalisasi pertumbuhan ikan bisa lebih seimbang dan menghindari pertumbuhan yang terlalu lambat atau terlalu cepat. Kesehatan dan daya tahan ikan terhadap penyakit meningkat berkat optimalisasi dan pemberian pakan yang baik. Penerapan teknologi dapat mempermudah proses pengolahan data, analisis dan pengambilan keputusan. Perangkat lunak khusus memungkinkan untuk pembuatan model matematis yang kompleks dalam menggambarkan interaksi antara variabel produksi lele, sumber daya, dan batasan. Model ini dapat berfungsi sebagai dasar metode simpleks dalam mencari solusi sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mencari solusi optimal dalam produksi lele.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam membuat model matematis untuk optimalisasi produksi lele dengan metode simpleks mencakup beberapa hal seperti berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode simpleks untuk mencari solusi optimal dalam meningkatkan produksi ikan lele dengan mempertimbangkan berbagai variabel dan batasan yang ada?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini untuk membantu memfokuskan dan mengarahkan penelitian pada aspek-aspek tertentu yang relevan dan layak diinvestigasi. Berikut adalah beberapa batasan masalah yang dapat diterapkan dalam penelitian ini:

2. Fokus pada optimalisasi produksi ikan lele dalam skala budidaya menengah hingga besar, seperti penggunaan media kolam terpal, kolam semen atau kolam tanah dalam produksi ikan lele.

3. Model matematis yang akan dibuat dalam penelitian ini akan mempertimbangkan hanya variabel-variabel yang dapat diwakili dalam bentuk linear. Variabel-variabel non-linear atau yang mengandung interaksi non-linear tidak akan dimasukkan dalam model.

4. Fokus pada penggunaan metode simpleks sebagai alat optimalisasi mencari solusi terbaik dalam meningkatkan produksi ikan lele.

5. Penelitian ini mencakup penerapan teknologi dalam pengolahan data, analisis, dan pengambilan keputusan untuk mendukung optimalisasi produksi ikan lele.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian optimalisasi produksi ikan lele dengan metode simpleks adalah untuk mencari solusi optimal yang dapat meningkatkan produksi ikan lele dengan mempertimbangkan berbagai variabel dan batasan yang ada.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai optimalisasi produksi ikan lele dengan metode simpleks memiliki manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak, termasuk para peternak, industri pembudidayaan ikan air tawar, dan masyarakat luas.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disajikan dengan beberapa kelompok uraian dan pembahasan yang disusun di dalam sistematika penulisan dengan tujuan untuk mudah dalam memahami maksud dan tujuan penelitian ini:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Program Linier, metode Simpleks, contoh kasus Program Linear dan penelitian penelitian terdahulu yang mendukung penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode atau langkah-langkah pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi tentang penyelesaian optimasi dan hasilnya.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan dan saran-saran sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optimasi

Menurut Poerdwadarminta (Ali, 2014) hasil yang didapat sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan secara efektif dan efisien Menurut Winardi (Ali, 2014) sebagai tolak ukur dimana semua kebutuhan sudah terpenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan disebut sebagai optimalisasi. Menurut Aritonang (2016) jika dari sudut pandang usaha optimalisasi dapat menyebabkan tercapainya suatu tujuan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu telah banyak dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor produksi seperti pada tabel Studi Terdahulu:

Tabel 2.1 Studi Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
1	Analisis Produksi Budidaya Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>): Pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas	Dian K. Dewi*1 dan Jangkung H. Mulyo2	Penelitian ini bertujuan menganalisis produksi budidaya ikan lele di Kalasan, faktor yang dimiliki seperti tebar benih, jumlah tenaga kerja, pakan tambahan dan keanggotaan kelompok. Hasil menunjukkan bahwa dosis pemberian pakan, jumlah pupuk dan pengalaman budidaya mempengaruhi produksi ikan lele.
2	Analisis Finansial Budidaya Pembibitan Lele: Studi Kasus pada Kelompok Tani Unit Pembibitan Rakyat Mina Dalem Sari di Kota Denpasar	I Kasek Agus Bisena, I G.A.A. Ambarawati1, Ni Wayan Sri Astiti2	Penelitian ini mengevaluasi usaha pembibitan ikan lele di Kota Denpasar, Bali, dengan menunjukkan bahwa usaha ini memiliki potensi besar karena permintaan bibit ikan lele yang tinggi. Hasil analisis finansial menunjukkan potensi keuntungan yang signifikan jika dikelola dengan baik. Hal yang perlu diperhatikan yaitu pengelolaan air, pakan dan dampak lingkungan.
3	PENINGKATAN PRODUKTIVITAS IKAN LELE (<i>Clarias sp.</i>) SISTEM BIOFLOK DI PESANTREN MODERN DARUL MA'ARIF LEGOK, INDRAMAYU	Asy Syafa Yumna, Djumbuh Rukmono, Amyda Suryati Panjaitan, dan Mugi Mulyono et al, 2019	Peningkatan produktivitas budidaya ikan lele dalam sistem bioflok di Pesantren Modern Darul Ma'arif Legok, Indramayu. Setelah menghadapi kendala dalam produktivitas yang mempengaruhi profitabilitas, penelitian ini menerapkan berbagai perbaikan teknis seperti penambahan alat aerasi, pembuatan water level dan lainnya.

4	Penerapan Metode Simpleks untuk Optimasi Produksi Ikan Air Tawar dan Ikan Air Payau di Kabupaten Cilacap serta Analisis Kelayakan Produksi SecaraSensitivitas	Rostika Listyaningrum ¹⁾ , Ika Nur Afiati ²⁾	Pengembangan budidaya ikan air tawar dan air payau di Kabupaten Cilacap menggunakan metode pemrograman linear dan simpleks digunakan untuk mencari solusi optimal dalam meningkatkan produktivitas kolam dan tambak ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kabupaten Cilacap memiliki potensi besar untuk meningkatkan produksi ikan dengan pendekatan yang tepat.
5	Dalam Penelitian Analisis Faktor Produksi Usaha Budidaya Ikan Lele (<i>Clarias Gariepinus</i>) di Kota Padang Sumatera Barat	Siti Aisyah ¹⁾ , Abdullah Munzir ²⁾ dan Muzzeneena Ahmad Mustapha ³⁾	Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi ikan lele di Kota Padang, Sumatera Barat. Hasilnya menunjukkan bahwa luas lahan memiliki pengaruh positif, meskipun tidak signifikan terhadap produksi ikan lele. Faktor-faktor seperti luas lahan, benih, tenaga kerja dan pakan pelet memiliki pengaruh terhadap produksi ikan lele di Kota Padang, oleh karena itu perlu diperhatikan dan dikelola dengan baik.
6	Desain Optimal Pengolahan Sludge Padat Biogas Sebagai Bahan Baku Pelet Pakan Ikan Lele	Irfak Kurnia Romadhon*, Ir. Nur Komar. MS, Rini Yulianingsih, STP. MT.	Pengembangan pakan ikan lele dengan menggunakan limbah padat biogas (sludge) sebagai bahan dasar yang dikombinasikan dengan berbagai bahan lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa pakan ini memiliki beberapa aspek yang sesuai dengan standar pakan ikan seperti kadar air dan lemak kasar yang sesuai. Namun kandungan protein masih rendah dan kandungan karbohidrat tinggi, yang menunjukkan potensi perbaikan.
7	Optimasi Keuntungan Produksi Kemplang Panggang Menggunakan Linear Programing Melalui Metode Simpleks	Selvia Aprilyanti ^{*1)} , irnanda Pratiwi ²⁾ , Muhammad Basuki ³⁾ et al, 2018	Mengoptimalkan keuntungan dalam produksi kemplang panggang di Kampung Kemplang Panggang, Palembang. Menggunakan metode program linear khususnya metode simpleks untuk mencari jumlah produk yang optimal untuk memaksimalkan keuntungan penjual. Data yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan fungsi tujuan (keuntungan) dan fungsi batasan (jumlah bahan baku). Hasil penelitian ini memberikan panduan kepada penjual untuk merencanakan produksi yang lebih efisien dan menguntungkan dengan mempertimbangkan berbagai kendala produksi.
8	Optimalisasi Produksi Olahan Lele Menggunakan Metode Simpleks Di CV. Rule Athallah	M. Romadhon ¹⁾ , Devie Oktarini ²⁾ , Faizah Suryani ³⁾	Mengoptimalkan produksi produk olahan ikan lele seperti kemplang dan kerupuk di CV. Rule Athallah agar mendapatkan keuntungan maksimal. Metode linear programing dengan pendekatan metode simpleks menjadi pilihan penelitian ini. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penjualan kemplang harus ditingkatkan untuk mencapai keuntungan optimal.

9	Analisis Optimalisasi Produksi Dengan Linear Programing Melalui Metode Simpleks	Teguh Sriwidadi, Erni Agustina et al, 2013	Mengoptimalkan produksi gesper plastik dengan variasi yang berbeda agar perusahaan PD Utama Jaya Plasindo dapat mencapai keuntungan maksimal. Masalah ini dipecahkan dengan menggunakan linear programing dan metode simpleks untuk menghasilkan model matematis yang membantu perusahaan dalam perencanaan dan pengendalian produksi. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan terkait alokasi sumber daya, sehingga produksi dapat dilakukan secara efisien dan berdampak positif pada keputusan konsumen.
10	Analisis Linear Programing Untuk Optimalisasi Kombinasi Produk	Yuniarsi Rahayu ¹ , Bowo Nurhadiyono ² , Dwi Nurul Izzhati ³ et al, 2014	Optimalisasi kombinasi produk dalam konteks faktor-faktor seperti kapasitas mesin, tenaga kerja dan bahan baku yang mempengaruhi proses produksi. Optimalisasi bertujuan untuk mencapai hasil maksimal dengan mempertimbangkan input yang ada. Hasil penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam merencanakan kombinasi produk yang optimal dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada.

A. Studi Terdahulu tentang Faktor-Faktor Produksi pada Budidaya Ikan Lele

Penelitian-penelitian terdahulu telah banyak dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor produksi yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi ikan lele.

1. Dalam penelitian Analisis Produksi Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*): Pendekatan Fungsi Produksi *Cobb Douglas* (Dewi & Mulyo, 2015) yang bertujuan untuk menganalisis produksi budidaya ikan lele di Kalasan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti padat tebar benih, dosis pakan, jumlah tenaga kerja, jumlah pupuk, pengalaman budidaya, dummy pakan tambahan, dummy kelompok. analisis dilakukan melalui metode regresi linear berganda dengan fungsi tujuan produksi *Cobb-Douglas*. Data primer dan skunder yang digunakan dalam penelitian ini dengan jumlah responden sebanyak 56 orang pembudidaya ikan lele di Kalasan. Uji asumsi klasik dilakukan untuk memastikan data dapat digunakan dalam analisis regresi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produksi ikan lele dipengaruhi berdasarkan dosis pemberian pakan, jumlah pupuk yang digunakan dan pengalaman budidaya. Faktor-faktor seperti tebar benih, jumlah tenaga kerja, pakan tambahan, dan keanggotaan dalam kelompok pembudidayaan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi. Koefisien determinasi (adjusted R²) sebesar 0.541 menunjukkan bahwa

54.1% variasi produksi ikan lele dapat dijelaskan oleh variabel-variabel yang ada dalam model ini. uji F juga menunjukkan bahwa variabel-variabel bebas secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap produksi lele.

2. Dalam Penelitian Analisis Finansial Budidaya Pembibitan Lele: Studi Kasus pada Kelompok Tani Unit Pembibitan Rakyat Mina Dalem Sari di Kota Denpasar (Astuti et al., 2015) berfokus pada analisis finansial busaya pembibitan ikan lele di UPR Mina Dalem Sari, Kota Denpasar, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah usaha pembibitan ikan lele ini layak secara finansial baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. kesimpulan dari penelitian yang dilakukan meliputi potensi besar untuk dikembangkan di Kota Denpasar, karena permintaan akan bibit ikan lele cukup tinggi, terutama karna populasi yang padat dan konsumsi ikan lele yang tinggi. keuntungan finansial yang signifikan jika dikelola dengan baik, analisis arus kas dan gross margin menunjukkan bahwa usaha ini bisa menghasilkan pendapatan yang cukup besar. Analisis investasi jangka panjang menggunakan metode Payback Period, Net Present Value (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR) menunjukkan bahwa usaha pembibitan lele memiliki potensi keuntungan dalam jangka panjang, jika proyeksi investasi dihitung hingga 10 tahun kedepan terdapat peluang investasi yang layak. Jika produksi bibit sendiri dapat mencapai jumlah tertentu, maka biaya akan lebih rendah dibandingkan membeli bibit diluar. Usaha pembibitan ikan lele menjadi keuntungan dalam hal produksi bibit sendiri atau pembelian bibit dari luar. Produksi lokal berpotensi lebih baik dalam memenuhi permintaan lokal dengan biaya rendah dibanding impor bibit, keuntungan dalam produksi bibit lokal termasuk faktor jarak kebutuhan bibit dan adaptasi terhadap lingkungan setempat. Pengelolaan air, pemilihan pakan yang tepat dan kelestarian lingkungan sekitar harus menjadi pertimbangan, dalam pengembangan usaha ini penting untuk memperhatikan dampak terhadap lingkungan dan kelanjutannya. Dengan pertumbuhan yang terencana dan penerapan strategi yang baik, usaha ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat ekonomi dan kontribusi dalam pemenuhan permintaan bibit ikan lele lokal. Hasil analisis direkomendasikan untuk terus mengembangkan usaha pembibitan ikan lele di UPR Mina Dalem Sari dengan fokus pada pengelolaan yang efisien dan keberlanjutan.
3. Dalam Penelitian Peningkatan Produktivitas Ikan Lele (*clarias sp.*) Sistem Bioflok di Pesantren Modern Darul Ma'rif Legok, Indramayu (Yumna et al., 2019) dalam penelitiannya membahas tentang mengevaluasi teknis budidaya ikan lele sistem

bioflok, implementasi intervensi untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele sistem bioflok, mengevaluasi performa kinerja budidaya ikan lele sistem bioflok setelah implementasi intervensi, menganalisis finansial budidaya ikan lele sistem bioflok. Dengan kendala penurunan produktivitas yang berdampak pada profitabilitas, berdasarkan prioritas usulan pemecahan masalah yakni penambahan kuantitas *blower* dan titik aerasi, pembuatan *water level*, sampling mingguan dan membeli benih bersertifikat. Hasil penelitian menunjukkan rata - rata performansi kinerja budidaya dan produktivitas mengalami peningkatan, sedangkan rasio konversi pakan mengalami kenaikan. Implementasi yang dilakukan mampu meningkatkan dari produktivitas sebesar Rp. 526.687 (sebelum intervensi) menjadi sebesar Rp. 1.242.187 (setelah intervensi) dengan tingkat kelangsungan hidup sebelum intervensi 46%, setelah intervensi sebesar 71%. Berdasarkan hasil analisis finansial, layak untuk dilanjutkan dengan R/C Ratio sebelum intervensi 0,96, setelah intervensi sebesar 1,06.

B. Penggunaan Metode Simpleks dalam Bidang Perikanan

Metode Simpleks telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk bidang perikanan.

1. Dalam penelitian Penerapan Metode Simpleks untuk Optimasi Produksi Ikan Air Tawar dan Ikan Air Payau di Kabupaten Cilacap serta Analisis Kelayakan Produksi Secara Sensitivitas (Listyaningrum & Afiati, 2018) melakukan analisis potensi pengolahan budidaya perairan di Kabupaten Cilacap dengan fokus pada budidaya ikan air tawar dan air payau. Metode pemrograman linear dan metode simpleks digunakan untuk mencari solusi optimal yang dapat meningkatkan produktivitas budidaya ikan di kolam dan tambak pada wilayah tersebut. Metode pemrograman linear dan metode simpleks terbukti efektif untuk mencari solusi optimal dalam peningkatan produktivitas budidaya ikan, hal ini bisa membantu peternak mengambil keputusan yang lebih baik dalam perencanaan dan pengelolaan kolam dan tambak. Data yang mendukung analisis ini digunakan dari Badan Pusat Statistik karena data yang akurat dan terkini sangat penting dalam perencanaan budidaya perikanan. Kabupaten Cilacap memiliki potensi besar untuk mengembangkan budidaya ikan air tawar dan payau, dengan pendekatan yang tepat produksi ikan dapat ditingkatkan secara signifikan. Analisis sensitivitas memberikan pemahaman tentang bagaimana perubahan dalam berbagai faktor, seperti produktivitas dan luas kolam serta tambak, dapat mempengaruhi solusi optimal. hasil

penelitian ini bisa digunakan sebagai dasar rekomendasi kebijakan yang mendukung pengembangan budidaya perikanan di Kabupaten Cilacap, ini termasuk dukungan untuk infrastruktur, pelatihan dan manajemen berkelanjutan.

2. Dalam Penelitian Analisis Faktor Produksi Usaha Budidaya Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*) di Kota Padang Sumatera Barat (Aisyah et al., 2018) bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan faktor produksi seperti luas lahan, benih, tenaga kerja dan pakan pelet, terhadap jumlah produksi ikan lele di Kota Padang. Variabel luas lahan memiliki pengaruh positif terhadap jumlah produksi ikan lele, tetapi pengaruh yang tidak signifikan seperti peningkatan luas lahan tidak secara signifikan mempengaruhi jumlah produksi ikan lele mungkin karena faktor lain seperti kualitas air atau manajemen kolam yang dapat mempengaruhi. Variabel benih memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah produksi ikan lele. Peningkatan jumlah benih yang ditanam dalam kolam akan secara signifikan meningkatkan jumlah produksi ikan lele. hal ini menunjukkan pentingnya pengelolaan benih dengan baik dalam usaha budidaya ikan lele. Variabel tenaga kerja memiliki pengaruh positif terhadap jumlah produksi ikan lele, tetapi pengaruhnya tidak signifikan, penambahan tenaga kerja mungkin tidak selalu menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam produksi ikan lele. Variabel pakan pelet berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah produksi ikan lele, peningkatan jumlah pakan pelet akan diberikan secara signifikan sesuai jumlah produksi ikan lele. Hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan seperti variabel luas lahan, benih, tenaga kerja dan pakan pelet memiliki pengaruh terhadap jumlah produksi ikan lele di Kota Padang, uji F menunjukkan bahwa variabel independen secara bersama-sama mempengaruhi jumlah produksi secara signifikan, hasil uji t menunjukkan bahwa variabel benih pakan pelet memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah produksi ikan lele, sementara variabel luas lahan dan tenaga kerja berpengaruh positif tetapi tidak signifikan. Dengan demikian dalam upaya meningkatkan produksi ikan lele di Kota Padang dan memiliki faktor-faktor tersebut perlu diperhatikan dan dikelola dengan baik karena mereka memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah produksi. Selain itu, efisiensi dalam penggunaan faktor produksi juga dapat menjadi faktor penting dalam meningkatkan produksi ikan lele.
3. Dalam penelitian Desain Optimal Pengolahan *Sludge* Padat Biogas Sebagai Bahan Baku Pelet Pakan Ikan Lele (I. K. Romadhon et al., 2013) mengkaji inovasi dalam pembuatan pakan ikan lele menggunakan bahan dasar limbah padat biogas (*sludge*)

yang dikombinasikan dengan berbagai bahan lainnya seperti tepung ikan, dedek padi, ampas tahu, hijauan daun, molasses dan vitamin ikan. Proses pembuatan pakan ini menggunakan metode Linear Programming dengan bantuan perangkat lunak *QM for Windows 2.0* untuk mencapai komposisi bahan pakan yang optimal. Hasil analisis proksimat dari bahan baku dan pakan ikan lele yang dihasilkan menunjukkan beberapa temuan penting seperti kadar air dalam pakan ikan setelah proses pengeringan adalah sekitar 9.49%. Nilai ini sedikit dibawah standar yang disarankan untuk pakan ikan (10-12%) tetapi masih dalam kisaran yang diterima. Kandungan protein dalam pakan ikan lele setelah proses adalah sekitar 18.14%. Ini di bawah standar yang disarankan (20-35%), yang menunjukkan bahwa ada potensi untuk meningkatkan kandungan protein dalam pakan. Kandungan lemak kasar dalam pakan ikan adalah 5.83%. ini masih sesuai dengan standar yang disarankan (2-10%). Kandungan abu dalam pakan ikan adalah sekitar 9.98%. Nilai ini sesuai dengan standar yang disarankan ($\leq 12\%$). Kandungan karbohidrat dalam pakan ikan adalah sekitar 56.56%. Ini melebihi standar yang disarankan(20-30%), yang mengindikasikan bahwa ada potensi untuk mengurangi kandungan karbohidrat dalam pakan. Selain itu dapat juga melakukan pengukuran daya apung, *Water Absorption Index* (WAI) dan densitas kamba pelet pakan ikan lele. Hasil ini menunjukkan bahwa pakan ikan ini memiliki watu apung yang singkat (sekitar 14 menit) dan indeks absorsi air 3.84g gel/g sample. Kesimpulannya, pakan ikan lele yang dihasilkan dari limbah padat biogas (sludge) ini memiliki beberapa aspek yang sesuai dengan standar pakan ikan, tetapi ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki seperti kandungan protein yang masih rendah.

C. Penelitian Terkait Budidaya Ikan Lele dengan Metode Optimasi

Meskipun belum banyak penelitian yang menggunakan metode Simpleks secara khusus dalam budidaya ikan lele, beberapa penelitian terkait optimasi dalam budidaya ikan lele telah dilakukan. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh...

1. Dalam penelitian Optimasi Keuntungan Produksi Kempang Panggang Menggunakan Linear Programming Melalui Metode Simpleks (Aprilyanti et al., 2018) tujuan penelitian ini mengoptimalkan keuntungan dalam produksi kemplang panggang di Kampung Kempalang Panggang Palembang. Untuk memperoleh keuntungan yang maksimal diperlukan formula yang tepat melalui perencanaan produksi dengan Linear Programming. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam Linear Programming adalah

metode simpleks yang berfungsi untuk mencari solusi optimum. Optimasi produksi kemplang panggang dapat dilakukan dengan linear programming metode simpleks untuk mengetahui jumlah produk yang paling optimal dan memaksimalkan keuntungan penjual. Pemecahan masalah melalui linear programming metode simpleks, diperlukan data yang sesuai sebagai fungsi tujuan dan fungsi batasan. Jumlah keuntungan yang diperoleh ditetapkan sebagai fungsi tujuan, sedangkan jumlah bahan baku ditetapkan sebagai fungsi batasan.

2. Dalam penelitian Optimalisasi Produksi Olahan Lele Menggunakan Metode Simpleks Di CV. Rule Athallah (M. Romadhon et al., 2021) bertujuan untuk mengoptimalkan produksi produk olahan ikan lele, terutama kemplang dan kerupuk agar keuntungan menjadi maksimal. Produksi makanan olahan berbasis ikan lele seperti kemplang dan kerupuk, masalah utama adalah penurunan produksi pada produk kemplang dan kerupuk yang mengakibatkan keuntungan tidak maksimal. Metode Linear Programming dengan menggunakan pendekatan metode simpleks yang digunakan dalam penelitian ini, Linear Programming adalah model matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan yang tergantung pada variabel input. Proses perhitungan dilakukan dengan mengubah masalah optimasi ke dalam bentuk tabel simpleks, dengan langkah menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, fungsi batasan, kolom kunci, baris kunci dan perhitungan transformasi nilai pada tabel. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penjualan kemplang harus ditingkatkan supaya keuntungan optimal dapat tercapai.
3. Dalam penelitian Analisis Optimalisasi Produksi Dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks (Sriwidadi & Agustina, 2013) di dalam penelitiannya membahas mengenai jumlah produksi untuk variasi gesper plastik agar keuntungan yang diperoleh perusahaan dapat menjadi maksimal. Masalah tersebut diatasi dengan memodelkan sejumlah variabel terkait dalam suatu persamaan linear programming, yang kemudian menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat menunjang perencanaan dan pengendalian produksi di PD Utama Jaya Plasindo. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk alokasi sumber daya (mesin, tenaga kerja, uang, waktu, dan bahan baku), sehingga bisa memproduksi secara optimal yang akhirnya berdampak pada kepuasan konsumen.
4. Dalam penelitian Analisis Linear Programming Untuk Optimalisasi Kombinasi Produk (Rahayu et al., 2014) di dalam makalahnya membahas mengenai ruang lingkup faktor-

faktor yang bisa mempengaruhi optimalisasi kombinasi produk yang diantaranya, kapasitas mesin, kapasitas tenaga kerja, bahan baku, serta adanya produk lain yang mempengaruhi. Dalam hal ini dibahas tentang optimalisasi kombinasi produk. Optimalisasi disini adalah suatu usaha yang ingin dicapai oleh unit bisnis dengan berusaha memaksimalkan hasil (*output*) dengan memperhatikan input. Maka, untuk memecahkan masalah tersebut perusahaan dapat menggunakan Linear Programming dengan Metode Simpleks. Metode simpleks adalah suatu prosedur matematis untuk mencari solusi optimal dari suatu masalah pemrograman linear yang didasarkan pada proses iterasi.

D. Kesimpulan dari Studi Terdahulu

Penelitian terdahulu tentang faktor-faktor produksi pada budidaya ikan lele, penggunaan metode Simpleks dalam bidang perikanan, dan penelitian terkait optimasi dalam budidaya ikan lele memberikan landasan yang kuat untuk penelitian ini. Dari tinjauan pustaka ini, dapat disimpulkan bahwa optimasi produksi ikan lele dengan menggunakan metode Simpleks adalah pendekatan yang menjanjikan dan relevan untuk meningkatkan hasil produksi ikan lele secara efisien dan berkelanjutan. Melalui integrasi pengetahuan dari penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini akan mengembangkan pendekatan yang lebih komprehensif dan aplikatif untuk mengoptimalkan produksi ikan lele dalam budidaya perikanan. Linear Programming dengan pendekatan metode Simpleks adalah alat matematika yang efektif untuk mengoptimalkan produksi dan mengatasi berbagai masalah dalam budidaya ikan lele. Metode ini memungkinkan pemodelan matematis untuk mencapai solusi optimal yang memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan tertentu. Beberapa penelitian menyoroti pentingnya memperhatikan dampaknya lingkungan dalam pengembangan usaha budidaya ikan lele. Kelestarian lingkungan, pengelolaan air dan sumber daya secara berkelanjutan merupakan faktor yang perlu diperhatikan. Budidaya ikan lele memiliki potensi untuk menjadi usaha yang menguntungkan jika dikelola dengan baik. Pengembangan lokal, produksi bibit sendiri dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya menjadi fokus untuk meningkatkan keuntungan dan keberlanjutan. Hasil-hasil penelitian terdahulu yang diatas memberikan wawasan berharga bagi para petani lele, perusahaan dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengembangkan dan meningkatkan usaha budidaya ikan lele. Upaya-upaya untuk mengoptimalkan produksi, meningkatkan

kelayakan finansial dan dampak lingkungan adalah aspek-aspek penting dalam pengembangan industri budidaya ikan lele.

2.3 Linear Programing

Untuk memudahkan mengidentifikasi masalah Linear Programing dipilih karena memiliki model matematika yang memudahkan untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan memaksimalkan dan meminimumkan fungsi tujuan tergantung dengan jumlah variabel input (Dwijatenaya, 2018).

Linear Programing (LP) memiliki salah satu karakteristik untuk mendapatkan maksimasi atau minimasi, baik berupa keuntungan atau *rate of investment* dan sebagainya. Menurut (Masudin et al., 2018), penyelesaian masalah LP dengan langkah-langkah berikut:

- a. Variabel keputusan
- b. Fungsi tujuan
- c. Pembatas
- d. Pembatas tanda

Linear Programing merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan biaya. Linear programing diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer sosial dan lainnya yang dijelaskan dalam bentuk model matematika. Model matematika yang digunakan

terdiri dari sebuah fungsi tujuan linear dengan beberapa kendala linear. Linear programming merupakan bagian dari matematika yang khusus diterapkan untuk menyelesaikan masalah.

Linear programming memiliki bentuk umum sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

Maksimumkan atau Minimumkan

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n \dots\dots\dots(1)$$

Dengan fungsi kendala:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = / \leq / \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = / \leq / \geq b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3n}x_n = / \leq / \geq b_3$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n = / \leq / \geq b_m \dots\dots\dots(2)$$

Dengan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$

Simbol $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menunjukkan variabel keputusan yang banyak dipengaruhi dari kegiatan atau aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Simbol $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ merupakan kontribusi masing-masing variabel keputusan terhadap tujuan atau disebut koefisien fungsi tujuan pada model matematikanya. Simbol $a_{11}, \dots, a_{1n}, \dots, a_{mn}$ digunakan per unit variabel keputusan akan sumber daya yang membatasi atau koefisien fungsi kendala. Simbol $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ menunjukkan masing-masing sumber daya yang ada. Jumlah fungsi kendala akan bergantung pada banyaknya sumber daya yang terbatas. Pertidaksamaan terakhir menunjukkan batasan non negatif $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$.

2.4 Metode Simpleks

Metode simpleks yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang feasible ke pemecahan dasar feasible lainnya, dilakukan berulang-ulang sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan dasar yang optimum dan pada setiap langkah menghasilkan suatu nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar atau sama dari sebelumnya. Metode ini dikembangkan oleh George Dantzing pada tahun 1946 dan kemungkinan cocok masuk dalam komputerisasi masa kini. Narendra Karmarkar dari Bell Laboratories menemukan cara memecahkan masalah program linier yang lebih besar sehingga memperbaiki dan meningkatkan hasil dari metode simpleks pada tahun 1984.

Dengan metode ini riset operasi mendapatkan peningkatan besar sebagai prosedur penyelesaian di setiap program komputer (Nasution et al., 2016). Metode simpleks merupakan prosedur algoritma yang digunakan untuk menghitung dan menyimpan banyak angka pada iterasi-iterasi yang sekarang dan untuk pengambilan keputusan pada iterasi berikutnya, dalam menggunakan metode simpleks untuk menyelesaikan masalah pada program linear.

2.5 Python

Software yang dipakai dalam penelitian ini adalah *python*. *Python Software Foundation* (2016) merupakan bahasa pemrograman interpretatif, berorientasi objek dan semantik yang dinamis. Struktur data *high-level*, *dynamic typing*, dan *dynamic binding* dimiliki *python* dan sintaks sederhana dan mudah dipelajari untuk membaca dan mengurangi biaya perbaikan program. Modul dan paket untuk program dan *code reuse* di dukung *python*, interpreter *python* dan standard *library*-nya tersedia secara gratis untuk semua platform dan dapat secara bebas disebarakan. Bahasa pemrograman ini dibuat oleh Guido Van Rossum pada tahun 1992 .

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Profil Tempat Pengambilan Data

Desa Lumbang, Kecamatan Sambas, Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat berdiri sebuah tempat pembudidayaan ikan sejak Mei 2016 dengan luas 20 x 30m yang bernama Sumber Mina. Ada berbagai macam jenis ikan air tawar yang dibudidayakan di peternakan Sumber Mina yaitu ikan nila, patin dan lele. Untuk ikan lele sendiri terbagi menjadi beberapa jenis lagi ada lele dumbo dan lele sangkuriang. Media kolam yang digunakan dalam pembudidayaan ini adalah kolam terpal dengan ukuran 2 x 3 x 0,5m, dalam satu kolam bisa menampung 10.000 ekor ikan lele. Tinggi air pada kolam juga menyesuaikan ukuran lele, ketinggian air 15cm – 25cm untuk ikan yang baru menetas sampai ukuran 1cm - 2cm, setelah ikan berukuran 1cm - 2cm ketinggian air dinaikkan menjadi 25 cm – 30 cm sampai ikan berukuran 2cm – 4cm. setelah ikan berukuran 2cm – 4cm ketinggian air akan dinaikkan lagi menjadi 30cm – 40cm sampai ukuran lele mencapai 4cm – 6cm, setelah berukuran 4cm – 6cm ketinggian air akan ditambah menjadi 50cm – 60cm sampai lele berukuran 7cm – 9cm ini ukuran terakhir ikan sebagai bibit. Setelah berukuran 7cm – 9cm tingkat air pada kolam dinaikkan lagi menjadi 70cm – 80cm sampai ikan berukuran 10cm – 12cm, setelah ikan berukuran 10cm – 12cm tinggi air dinaikkan lagi menjadi 80cm – 100cm sampai ikan berukuran lebih dari 12cm, jika ikan sudah berukuran lebih dari 12 cm ketinggian air dinaikkan sampai 120cm hingga ukuran ikan siap panen (Akuaponik, 2020). Warna air pada kolam yang baik berwarna hijau karena lele hidup di air berlumpur, air pada kolam juga di harus diperhatikan tingkat keasaman atau pH nya dalam keadaan netral di kisaran pH 7-8. Jika pH air di bawah 7 dapat meningkatkan pertumbuhan jamur dan bakteri yang bersifat patogen, ikan lele akan toleran terhadap air yang memiliki pH 9. Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau pH air adalah pH meter digital selain mengetahui tingkat pH air pembudidaya juga bisa tau kapan untuk mengganti air dan pembersihan kolam dengan tepat waktu (Rianto, 2019). Sampai sekarang kolam di Peternakan Sumber Mina sudah ada 115 kolam, media kolam terpal yang digunakan seperti pada Gambar 1.



Gambar 3. 1 Kolam Terpal

Peternakan Sumber Mina melakukan pembibitan dengan cara membeli indukan ikan lele dengan modal awal Rp 3.000.000 untuk 15 ekor terdiri dari 10 ekor betina dan 5 ekor pejantan. Masa pembibitan dilakukan dengan sistem periode yang berlangsung 2 minggu sekali, dalam satu bulan bisa mengawinkan sekitar 5 pasang induk ikan lele. Pilih induk ikan yang sudah matang gonad dan bobot badan yang seimbang tujuannya agar salah satu induk tidak ketakutan terhadap induk yang lainnya, sebelumnya kolam untuk melakukan perkawinan sudah harus siap dengan ukuran ideal panjang 2-3m, lebar 1-2m dan kedalaman 1m. Sebelum digunakan kolam harus dikeringkan dan dijemur kemudian diisi air bersih dan jernih sedalam 30 - 40cm, pasang kakaban yang terbuat dari ijuk yang dijepit dengan bambu seukuran kolam gunakan pemberat agar kakaban tidak mengapung di atas air. kakaban digunakan supaya telur hasil perkawinan tidak berhamburan dan mudah untuk memindahkannya. Waktu yang tepat untuk melakukan perkawinan sekitar pukul 23.00 sampai 05.00 pagi, selama proses perkawinan terjadi sebaiknya kolam ditutup untuk menghindari ikan melompat keluar kolam. Di pagi hari telur ikan sudah menempel pada kakaban, telur yang berwarna transparan berarti berhasil dibuahi sedangkan yang gagal berwarna putih susu. Setelah perkawinan selesai induk ikan dipisahkan dari telur-telurnya untuk meminimalisir telur dimakan induknya karena sebelum dikawinkan induk ikan dipuaskan selama 12 jam. Kurang dari 24 jam telur-telur kemudian menetas, bibit larva lele terlihat bergerak didasar terpal. Dalam hitungan jam sebagian larva lele yang aktif berenang tidak bergerak lagi dan mati bertimbun didasar kolam. Kegagalan terjadi karena kekurangan oksigen atau keracunan aliran air yang masuk terlalu kecil tidak mampu memberikan perputaran air yang cukup, setelah bibit ikan lele berusia 5 – 10 hari akan dipuaskan dipuaskan dulu selama 24 jam untuk melihat melihat mana bibit yang bagus dan tidak. Setelah dipuaskan selama 24jam bibit yang kurang aktif akan dipisahkan dengan bibit

yang aktif, bibit yang aktif berarti bibit yang bagus dan bisa dibesarkan. Untuk pembesaran lele membutuhkan waktu 3.5 – 4 bulan dengan panjang 12cm lebih, pada Gambar 2 bibit lele yang sudah dipuasakan (Redaksi, 2013).



Gambar 3. 2 Kolam Lele

Bibit lele yang baru berusia 1 – 4 hari tidak perlu diberi makan, jika bibit lele sudah berusia 5 – 15 hari bisa diberikan cacing darah atau cacing sutera 2 kali sehari dengan cara ditebar dikolam. Setelah bibit lele berusia 15 – 25 hari diberikan pakan halus berupa serbuk atau tepung, setelah bibit lele berusia 25 – 30 hari diberikan pakan F-1000 jenis pelet yang berukuran 0.5ml diberikan 3 kali sehari pada pagi, siang dan malam. Jika bibit lele berusia 30 – 40 hari pakan yang diberikan berjenis pelet F-999 yang ukurannya 1ml diberikan pada pagi, siang dan malam (Infoikan, 2019). Pakan lele disesuaikan dengan kebutuhan tumbuh dan kembangnya dengan memperhatikan kebutuhan nutrisi pada ikan. kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan ikan lele seperti protein 28 – 32%, lemak 9.5 – 10%, karbohidrat 10 – 20%, mineral 1.0%, vitamin 0.25 – 0.40% (Technoplex, 2022). Vitamin tambahan yang diberikan ada 3 macam yaitu Vitaliquid, EM4, dan Raja Ikan. Setiap vitamin memiliki keunggulan masing-masing misalnya vitaliquid bermanfaat meningkatkan kualitas pakan ikan, mengatasi stress karna perubahan cuaca, merangsang pertumbuhan, meningkatkan metabolisme, mencegah terserang penyakit, meningkatkan mutu pakan. Kelebihan EM4 adalah membuat ikan sehat, meningkatkan daya tahan ikan, menghindarkan ikan dari penyakit, memaksimalkan ukuran

ikan, mengefisiensikan tenaga. Kelebihan dari raja ikan adalah meningkatkan nafsu makan, meningkatkan ketahanan tubuh dari serangan virus dan penyakit, mencegah stress dan menurunkan tingkat kematian, menghilangkan bau busuk pada air kolam, menghemat pakan dan mempercepat masa panen . Vitamin biasanya dicampurkan kedalam pakan, pakan dan vitamin yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. 3Pakan Ikan

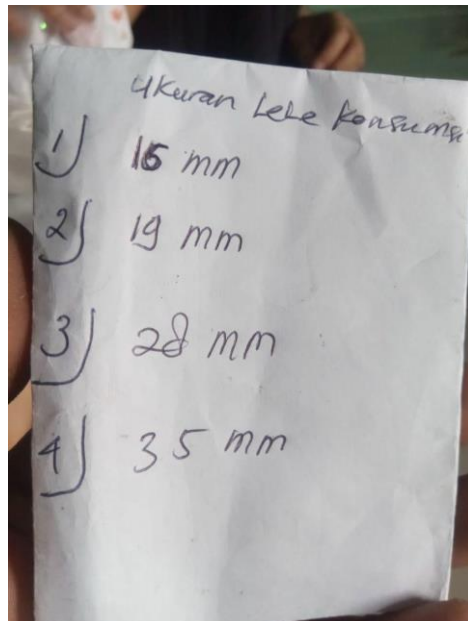


Gambar 3. 4 Vitamin

Bibit ikan lele dibesarkan hingga ukuran siap konsumsi. Ikan lele yang sudah siap konsumsi akan di panen dan jual ke berbagai tempat seperti tempat makan pecel lele, rumah makan padang, produksi olahan berbahan dasar ikan lele, dan konsumsi pribadi rumah tangga. Ikan lele yang siap konsumsi seperti pada Gambar 5 untuk ukuran lele siap konsumsi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 3. 5 Ikan Lele Konsumsi



Gambar 3. 6 Ukuran Lele

Konsumsi Untuk mengetahui ukurannya sudah sesuai atau belum kita bisa mengukur dengan ember sortir lele. Setelah pembibitan ikan lele biasanya disortir dan dipindahkan sesuai dengan ukurannya, air kolam harus selalu diperhatikan supaya ikan tidak kekurangan oksigen. Penyortiran dilakukan berkala hingga lele mencapai ukuran siap jual dan konsumsi. Ember sortir lele ditunjukkan pada Gambar 7 dan untuk tabel ukuran ember sortir ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 3. 7 Ember Sortir Lele

UKURAN	DIAMETER LUBANG
1	4 mm
2	5 mm
3	6 mm
4	8 mm
5	9 mm
6	11 mm
7	12 mm
8	14 mm
9	16 mm
10	19 mm
LBG	25 mm
RMJ	28 mm
Konsumsi1	35 mm
Konsumsi2	39 mm
Konsumsi3	44 mm

Gambar 3. 8 Daftar Ukuran Ember Sortir

3.2 Sumber Data

Sumber data terbagi menjadi dua bagian yaitu data primer dan data sekunder, data yang diperoleh peneliti secara langsung merupakan jenis data primer sedangkan data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada merupakan jenis data sekunder.

1. Data Primer

Data yang didapat dari sumber pertama baik dari hasil wawancara secara individual atau mengisi kuesioner yang biasa dilakukan peneliti (Husein Umar, 2013:42) menurut Nur Indrianto dan Bambang Supono (et al 2013,142) data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli melalui kuesioner, wawancara, kelompok fokus dan panel .

2. Data Sekunder

Data yang telah di olah dari pihak pengumpul data primer dan disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan diagram-diagram, merupakan ciri dari data sekunder (Husein Umar et al 2013, 42) menurut Nur Indrianto dan Bambang Supomo (2013, 143) sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui perantara, contoh data sekunder yang dicatat atau dokumentasi perusahaan berupa absensi, gaji, laporan keuangan, laporan pemerintah, data yang diperoleh dari majalah, dan lain sebagainya merupakan data sekunder.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang di peroleh dalam penelitian ini adalah data primer dimana dilakukan observasi dan wawancara secara langsung kepada peternak lele di peternakan Sumber Mina yang berada di desa Lumbang, Kecamatan Sambas, Kab Sambas, Kalimantan Barat.

1. Studi lapangan

Pengumpulan data dengan melakukan suatu penelitian yang dilakukan secara langsung di peternakan melalui pengamatan dan wawancara. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah jumlah bibit lele, panen, harga penjualan, pendapatan, pakan.

2. Studi pustaka

Referensi yang dibutuhkan dengan cara membaca buku-buku, jurnal-jurnal, artikel-artikel yang berkaitan dengan topik dan masalah yang dihadapi untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini.

3.5 Menentukan Model Pemrograman Linear

Untuk menentukan pemecahan optimasi dari suatu persoalan maka harus ditentukan variabel-variabelnya dan menentukan batasan-batasan, berikut untuk membuat model pemrograman linear sebagai berikut:

- a. menentukan variabel – variabel dari persoalan, misalnya x_1 , x_2 dan seterusnya menentukan tujuan (maksimal atau minimal) yang harus dicapai untuk menentukan pemecahan optimasi dari semua nilai yang layak dari variabel tersebut
- b. menentukan batasan-batasan yang harus dikenakan untuk memenuhi batasan sistem yang dimodelkan

3.4 Penyelesaian Metode Simpleks

Nilai pada fungsi tujuan setelah melakukan perhitungan pertama kali biasanya akan menghasilkan harga yang negatif, untuk mendapatkan nilai pada fungsi tujuan dengan harga yang positif bisa dilakukan dengan cara penyelesaian Flowchart Penyelesaian dengan metode simpleks sebagai berikut:



Gambar 3. 9Flowchart Penyelesaian Metode Simpleks

- a. mengubah fungsi tujuan dengan batasan, setelah semua fungsi tujuan diubah menjadi implisit. Kemudian menyusun persamaan-persamaan ke dalam tabel simpleks
- b. memilih kolom kunci yang mempunyai nilai pada garis fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka besar
- c. memilih baris kunci yang mempunyai limit rasio dengan angka terkecil. Limit rasio = nilai kanan / nilai kolom kunci
- d. mengubah nilai baris kunci dengan cara membagi dengan angka kunci, ganti variabel dasar pada baris kunci dengan variabel yang terdapat dibagian atas kolom kunci
- e. mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci untuk mengubahnya menggunakan rumus baris baru = baris lama – (koefisien per kolom kunci * nilai baris kunci)
- f. lanjutkan perbaikan atau perubahanulangi langkah a – e, smapai semua nilai pada fungsi tujuan berharga positif .

3.6 Pemodelan Matematika

Setelah melakukan wawancara dengan bapak Daud di Peternakan Sumber Mina menemukan beberapa faktor yang mempengaruhi produksi lele seperti cuaca yang sering berganti secara tiba-tiba membuat perkembangbiakan ikan banyak yang gagal dan faktor lainnya seperti pada tabel 2:

Tabel 3.1 Faktor Penyebab

No.	Faktor Penyebab	Dampak Terhadap Produksi Lele
1	Kualitas Air	- Kualitas air yang buruk dapat mengganggu pertumbuhan ikan, menyebabkan stress dan meningkatkan risiko penyakit.
2	Suhu Air	- Suhu air tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dalam air yang berdampak negatif pada ikan dan menyebabkan stress

		<ul style="list-style-type: none"> - Suhu air yang tinggi dapat meningkatkan kelarutan gas seperti karbon dioksida yang dapat mengasamkan air dan mempengaruhi pH - Suhu air yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan ikan memerlukan lebih banyak pakan dan oksigen untuk mendukung laju metabolisme yang tinggi - Suhu air rendah dapat mengurangi aktivitas ikan dan pertumbuhannya - Suhu air tidak sesuai dengan kebutuhan pemijahan ikan lele dapat menghambat proses reproduksi dan mengurangi produksi benih - Ikan yang mengalami stress karena fluktuasi suhu dapat lebih rentan terhadap penyakit dan infeksi - Perubahan iklim dapat meningkatkan risiko terhadap budidaya ikan lele karena suhu air yang ekstrem dan tidak stabil dapat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan ikan
3	Pakan dan Nutrisi	<ul style="list-style-type: none"> - Pemberian pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan lele dapat meningkatkan pertumbuhan dan menghasilkan ikan yang lebih besar

		- Pakan yang tidak memadai dapat menghambat pertumbuhan dan produksi
4	Benih (bibit) dan Genetika	- Benih yang sehat dan berkualitas baik dapat menghasilkan ikan yang lebih kuat dan cepat tumbuh meningkatkan produksi
5	Manajemen Kolam	- Kolam yang dikelola dengan baik dapat menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan ikan - manajemen yang buruk dapat mengakibatkan stress pada ikan dan penurunan produksi
6	Lingkungan Eksternal	- Faktor lingkungan eksternal dapat menyebabkan kematian massal ikan dan kerugian produksi
7	Penyakit dan Kesehatan ikan	- Penyakit dapat menyebabkan kematian massal dan penurunan produksi jika tidak ditangani dengan baik
8	Teknologi dan Inovasi	- Teknologi yang tepat dapat meningkatkan produksi dan mengurangi risiko

9	Keberlanjutan Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Budidaya yang berkelanjutan dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan menciptakan keberlanjutan jangka panjang dalam produksi ikan lele
10	Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomi dapat mempengaruhi keuntungan dan keberlanjutan budidaya ikan lele
11	Kepadatan Ikan Lele	<ul style="list-style-type: none"> - Kepadatan yang tinggi menjadikan ikan bersaing untuk sumber daya seperti pakan, oksigen dan ruang berenang yang dapat memperlambat pertumbuhan dan tidak merata di antara ikan - Stress pada ikan dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit dan mengurangi daya tahan ikan - Penurunan kualitas air karena produksi limbah ikan yang lebih tinggi dapat mempengaruhi oksigen terlarut, pH air dan kelarutan gas yang berdampak negatif pada ikan - Penyakit dapat menyebar dengan cepat di antarpopulasi ikan, dapat mengakibatkan wabah penyakit yang dapat mengurangi produksi

		<p>- Pertumbuhan ikan dapat terhambat secara signifikan karena ikan harus berkompetisi untuk mendapatkan sumber daya yang terbatas</p> <p>- Kepadatan yang ekstrim dapat mengakibatkan stunting dimana ikan tidak mencapai ukuran yang diharapkan karena persaingan yang kuat dan asupan pakan yang tidak memadai</p>
--	--	---

Variabel dan tipe nya, pada metode simpleks bisa digunakan untuk variabel yang sifatnya diskret dan kontinu

Tabel 3.2 Variabel

No	Variabel	Tipe Variabel
1	Rasio Pakan (X)	Kontinu
2	Kepadatan Populasi (Y)	Diskrit
3	Kualitas Pakan	Kontinu
4	Pengelolaan Kualitas Air	Diskrit
5	Manajemen Pemberian Pakan	Diskrit
6	Perubahan Cuaca (Suhu dan Kualitas Air)	Kontinu

Budidaya ikan lele melibatkan serangkaian tahapan dari awal hingga panen. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam budidaya ikan lele:

1. Persiapan Kolam atau Wadah:
 - a. Memilih lokasi yang sesuai untuk kolam budidaya
 - b. Menggali atau mempersiapkan kolam dengan ukuran yang sesuai, tergantung pada skala budidaya yang diinginkan
 - c. Menyiapkan dasar kolam dengan menggunakan bahan yang sesuai, seperti tanah liat atau terpal plastik
2. Pemilihan dan Persiapan Benih:
 - d. Memilih benih ikan lele berkualitas dari sumber yang terpercaya
 - e. menyediakan tempat atau bak pemeliharaan benih dengan kondisi air yang sesuai
 - f. Melatih benih dengan memberikan pakan yang sesuai sebelum mereka ditempatkan di kolam budidaya
3. Penebaran Benih:

- a. Memindahkan benih ikan lele ke kolam budidaya
- b. Memantau dan memastikan penyebaran benih berjalan dengan baik
4. Pemberian Pakan:
 - a. Merencanakan jadwal pemberian pakan yang sesuai dengan usia ikan lele
 - b. Memastikan kualitas pakan yang baik dan seimbang
 - c. Memantau asupan pakan dan kondisi ikan secara berkala
5. Pengelolaan Kualitas Air:
 - a. Memantau parameter air seperti suhu, oksigen terlarut, pH dan amonia
 - b. Melakukan penggantian air jika diperlukan untuk menjaga kualitas air yang baik
6. Pengendalian Hama dan Penyakit:
 - a. Memantau ikan secara rutin untuk tanda-tanda penyakit atau hama
 - b. Mengambil tindakan pengendalian seperti pengobatan atau segregasi jika ada masalah
7. Pemeliharaan Rutin:
 - a. Membersihkan kolam secara berkala untuk menghilangkan limbah ikan dan sisa pakan
 - b. Memeriksa infrastuktur seperti pompa, filter dan sistem aerasi
8. Pemantauan Pertumbuhan:
 - a. Memantau pertumbuhan ikan secara berkala dengan mengukur panjang dan beratnya
 - b. Mengidentifikasi ikan yang memiliki pertumbuhan yang lebih lambat atau mempunyai masalah kesehatan
9. Persiapan untuk Panen:
 - a. Memantau ukuran dan bobot ikan untuk menentukan kapan waktu panen yang tepat
 - b. Menyiapkan peralatan dan tempat untuk panen, seperti jaring atau kemasan
10. Proses Panen:
 - a. Memindahkan ikan dari kolam ke tempat panen
 - b. Memproses ikan sesuai dengan kebutuhan, misalnya membersihkan, memotong atau memberi es
11. Pemasaran dan Distribusi:
 - a. Menentukan pasar dan saluran distribusi untuk ikan lele yang telah dipanen
 - b. Mengemas dan mengirimkan ikan ke pasar atau pembeli

12. Evaluasi dan Perencanaan untuk Siklus Selanjutnya:

- a. Mengevaluasi kinerja budidaya, termasuk biaya dan hasil panen
- b. Merencanakan perbaikan atau perubahan untuk siklus budidaya selanjutnya

Contoh model matematika:

$$\text{Maks } Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

$$\text{Batasan} = 130w + 65x + 86y \leq 10000$$

$$120w + 80x + 80y \leq 10000$$

$$183w + 83x + 53y \leq 10000$$

$$(-300000w) + (-200000x) + (-200000y) + Z \leq 0$$

Tabel 3.3 Penyelesaian

		Variabel			tanda	nilai	ruas kanan
		w	x	y			
Kendala	k1	130	65	86	<=	10000	10000
	k2	120	80	80	<=	10000	10000
	k3	183	83	53	<=	10000	10000
koef F sasaran		300000	200000	200000			
nilai variabel		21.95371	36.7597	55.30973			
nilai F sasaran		25000000					

Keterangan pada tabel Penyelesaian:

- Maksimal Z adalah jumlah ikan lele yang dihasilkan
- Batasan terdiri dari 3 kendala utama dan 1 kendala umum, yang dimaksud kendala utama ialah $130w + 65x + 86y$, $120w + 80x + 80y$, $183w + 83x + 53y$ sedangkan kendala umum ialah $-300000w + (-200000x) + (-200000y) + Z$

- Pada tabel terdapat bibit ikan lele ditulis dengan variabel w, x, y sesuai dengan ukuran bibit ikan dari kecil, sedang dan besar
- Pada tabel batasan dilambangkan dengan k1, k2, k3
- Tanda yang digunakan pada tabel adalah kurang dari sama dengan (\leq)
- Cara mencari nilai pada tabel : $G11*G15 + H11*h15 + I11*I15$ (sebelum tanda tambah jangan lupa klik F4) begitu juga untuk selanjutnya
- Ruas kanan diisi sesuai dengan batasan yang sudah ditentukan diatas
- Koefisien fungsi sasaran diisi dengan maksimal Z seperti diatas
- Cara mencari nilai fungsi sasaran pada tabel : $=G14*G15 + H14*H15 + I14*I15$
- Untuk mencari nilai variabel klik solver

Dan pemberian pakan (gr) ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 3.4 Pemberian Pakan (gr)

	Ukuran kecil (w)	Ukuran Sedang (x)	Ukuran besar (y)	Batasan
pakan 1 mm (gr)	130.00	65.00	86.00	10000.00
pakan 0.5 mm (gr)	120.00	80.00	80.00	10000.00
pakan halus (gr)	183.00	83.00	53.00	10000.00
berat satuan(gr)	0.0010	0.0020	0.0025	
total ekor per kg	1000	500	400	
harga jual per kg	30.0000	20.0000	20.0000	

Keuntungan yang didapat dalam penjualan ikan lele berukuran kecil (w) adalah 1000 ekor per kg, penjualan ikan lele berukuran sedang (x) adalah 500 ekor per kg dan penjualan ikan lele yang berukuran besar (y) adalah 400 ekor per kg.

Maka fungsi objektif:

$$Z = 1000w + 500x + 400y$$

$$Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

Penentuan Fungsi Batas

Fungsi batasan diambil karena banyaknya kebutuhan yang digunakan dalam pembudidayaan ikan lele.

Perhitungan Linear Programming Dari data yang sudah didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan dengan metode simpleks sebagai berikut:

a. Variabel Keputusan

Ukuran bibit ikan ditulis dengan variabel w, x, y

w = Bibit ukuran kecil

x = Bibit ukuran sedang

y = Bibit ukuran besar

b. Fungsi Tujuan Maksimumkan:

$$Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

c. Fungsi Pembatas:

$$130w + 65x + 86y \leq 10000$$

$$120w + 80x + 80y \leq 10000$$

$$183w + 83x + 53y \leq 10000$$

Pendekatan metode simpleks, dilakukan dengan langkah-langkah:

1. Mengubah fungsi pembatas diatas dari pertidaksamaan menjadi persamaan dengan menambahkan slack variabel.

$$130w + 65x + 86y + s1 = 10000$$

$$120w + 80x + 80y + s2 = 10000$$

$$183w + 83x + 53y + s3 = 10000$$

$$-300000w + -200000x + -200000y + Z = 0$$

2. Masukkan nilai kedalam tabel simpleks Persamaan yang telah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam tabel 4 simpleks dibawah ini:

Tabel 3.5 Tabel Awal

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
130.00	65.00	86.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
120.00	80.00	80.00	0.00	1.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
183.00	83.00	53.00	0.00	0.00	1.00	0.00	Rp 10,000.00
-300000.00	-200000.00	-200000.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Rp -

Melakukan pengecekan optimalisasi, baris paling bawah tidak boleh ada nilai negatif. Karena masih ada nilai negatif artinya Tabel belum optimal

Tabel 3.6 Cek Optimalisasi

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
130.00	65.00	86.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
120.00	80.00	80.00	0.00	1.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
183.00	83.00	53.00	0.00	0.00	1.00	0.00	Rp 10,000.00
-300000.00	-200000.00	-200000.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Rp -

3. Menentukan kolom kunci Kolom kunci yang dipilih nilainya negatif (-) dengan angka terbesar yang ada pada baris Z (fungsi tujuan), maka kolom y dijadikan kolom kunci.

Tabel 3.7 Kolom Kunci

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs	ratio
130.00	65.00	86.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00	Rp 76.92
120.00	80.00	80.00	0.00	1.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00	Rp 83.33
183.00	83.00	53.00	0.00	0.00	1.00	0.00	Rp 10,000.00	Rp 54.64
- 300000.00	- 200000.00	- 200000.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Rp -	

4. Menentukan baris kunci Menentukan nilai baris kunci dengan mencari ratio antara rhs dan kolom kunci, dengan rumus berikut:

$$\text{ratio} = \text{rhs} : \text{kolom kunci} \dots\dots\dots (3)$$

Kemudian mencari ratio dengan nilai paling rendah, kemudian mengubah nilai-nilai pada baris kunci dengan cara membaginya dengan nilai kunci. Nilai kunci berada diperpotongan antara baris kunci dan kolom kunci.

Tabel 3.8 Nilai Baris Kunci

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
130.00	65.00	86.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
120.00	80.00	80.00	0.00	1.00	0.00	0.00	Rp 10,000.00
1.00	0.45	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	Rp 54.64
-300000.00	-200000.00	-200000.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Rp -

5. pada kolom kunci, baris kunci perlu dibuat menjadi 1 sedangkan baris lainnya dibuat 0. Adapun rumus untuk melakukan ini adalah:

$$\text{Nilai Baru} = \text{Nilai Lama} / \text{Nilai Kunci} \dots \dots \dots (4)$$

Buat nilai pivot lain menjadi 1, dengan cara di bagi 130

Tabel 3.9 Tabel II

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	6.04	48.35	1.00	0.00	-0.71	0.00	Rp 2,896.17
0.00	25.57	45.25	0.00	1.00	-0.66	0.00	Rp 3,442.62
1.00	0.45	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	Rp 54.64
0.00	-63934.43	-113114.75	0.00	0.00	1639.34	1.00	Rp 16,393,442.62

6. Buat nilai lain pada kolom kunci menjadi 0, jika masih terdapat nilai negatif pada optimalisasi pertama, maka dilakukan perhitungan ulang

Tabel 3.10 Tabel II Nilai Optimalisasi Pertama

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	6.04	48.35	1.00	0.00	-0.71	0.00	Rp 2,896.17
0.00	25.57	45.25	0.00	1.00	-0.66	0.00	Rp 3,442.62
1.00	0.45	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	Rp 54.64

0.00	-63934.43	-113114.75	0.00	0.00	1639.34	1.00	Rp 16,393,442.62
------	-----------	------------	------	------	---------	------	---------------------

Kembali menentukan kolom kunci yang bernilai negatif paling besar yang ada pada baris Z (fungsi tujuan), maka kolom y dijadikan kolom kunci

Tabel 3.11 Kolom Kunci

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	6.04	48.35	1.00	0.00	-0.71	0.00	Rp 2,896.17
0.00	25.57	45.25	0.00	1.00	-0.66	0.00	Rp 3,442.62
1.00	0.45	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	Rp 54.64
0.00	-63934.43	-113114.75	0.00	0.00	1639.34	1.00	Rp 16,393,442.62

Menentukan baris kunci dengan nilai ratio paling kecil. Mengubah nilai baris kunci dengan membaginya pada nilai kunci. Nilai kunci adalah perpotongan antara baris kunci dan kolom kunci

Tabel 3.12 Baris Kunci

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs	ratio
0.00	6.04	48.35	1.00	0.00	-0.71	0.00	Rp 2,896.17	Rp 59.90
0.00	25.57	45.25	0.00	1.00	-0.66	0.00	Rp 3,442.62	Rp 76.09
1.00	0.45	0.29	0.00	0.00	0.01	0.00	Rp 54.64	Rp 188.68
0.00	-63934.43	-113114.75	0.00	0.00	1639.34	1.00	Rp 16,393,442.62	

Tabel 3.13 Tabel III

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	0.12	1.00	0.02	0.00	-0.01	0.00	Rp 59.90

0.00	19.92	0.00	-0.94	1.00	-0.67	0.00	Rp (170,039.82)
1.00	0.42	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	Rp (173,427.80)
0.00	-49807.87	-0.64	2339.51	0.00	- 22.60	1.00	Rp 23,169,077.51

Tabel 3.14 Tabel III Nilai Optimalisasi Kedua

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	0.12	1.00	0.02	0.00	-0.01	0.00	Rp 59.90
0.00	19.92	0.00	-0.94	1.00	-0.67	0.00	Rp (170,039.82)
1.00	0.42	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	Rp (173,427.80)
0.00	- 49807.87	-0.64	2339.51	0.00	- 22.60	1.00	Rp 23,169,077.51

Kembali menentukan kolom kunci dengan nilai negatif paling besar dan menentukan baris kunci dengan rasio paling kecil

Tabel 3.15 Tabel Kolom Kunci dan Baris Kunci

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs	ratio
0.00	0.12	1.00	0.02	0.00	-0.01	0.00	Rp 59.90	Rp 4,375.41
0.00	19.92	0.00	-0.94	1.00	-0.67	0.00	Rp 546.43	Rp 27.43
1.00	0.42	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	Rp 37.27	Rp 89.30
0.00	- 49807.87	- 0.64	2339.51	0.00	- 22.60	1.00	Rp 23,169,077.51	

Tabel 3.16 Tabel IV

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	0.12	1.00	0.02	0.00	-0.01	0.00	59.90
0.00	19.92	0.00	-0.94	1.00	0.01	0.00	732.37
1.00	0.42	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	37.30
0.00	-49807.87	0.00	2339.51	0.00	-22.60	1.00	23169077.76

Setelah melakukan optimalisasi, nilai pada Z (fungsi tujuan) sudah tidak ada yang bernilai negatif maka perhitungan selesai dan mendapatkan hasil seperti tabel 16.

Tabel 3.17 Optimalisasi Akhir

w	x	y	s1	s2	s3	z	rhs
0.00	0.00	1.00	0.03	-0.01	-0.01	0.00	55.31
0.00	1.00	0.00	-0.05	0.05	0.00	0.00	36.76
1.00	0.00	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.00	21.95
0.00	0.00	0.00	0.00	2500.00	0.00	1.00	25000000.00

Karena pada fungsi tujuan semua elemen sudah tidak bernilai negatif, maka fungsi telah optimal. Sehingga perhitungan dapat dihentikan. Dengan hasil penyelesaian nilai variabel.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembalian Data

Penelitian ini membahas tentang Strategi Komputasional Untuk Meningkatkan Profitabilitas Budidaya Ikan Lele di Kalimantan Barat untuk proses produksi dari bibit hingga panen dengan menggunakan program linear agar bisa memaksimalkan keuntungan penjualan ikan lele di Peternakan Sumber Mina. Proses pengambilan data dilakukan secara langsung dan online melalui media whatsapp, hasil dari diskusi bersama pakar dapat diketahui bahwa di Sumber Mina hanya mengembangbiakkan satu jenis ikan lele yaitu lele sangkuriang. Data yang didapat via online dari petani ikan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Priode Pembibitan

No	Tanggal pembibitan	Tanggal penjualan	modal	Vitamin	Pakan halus	Pakan 0.5 ml	Pakan 1ml	Listrik	Gaji Karyawan	harga jual	jumlah terjual	Total penjualan
1	15-Jul-22	28-Aug-22	Rp 3,000,000	Rp 65,000	Rp 600,000	Rp 250,000	Rp 230,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	50,000	Rp 25,000,000
2	22-Jul-22	4-Sep-22	Rp 2,250,000	Rp 50,000	Rp 450,000	Rp 180,000	Rp 175,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	37,000	Rp 18,500,000
3	29-Jul-22	11-Sep-22	Rp 3,500,000	Rp 75,000	Rp 700,000	Rp 290,000	Rp 270,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	58,000	Rp 29,000,000
4	5-Aug-22	18-Sep-22	Rp 2,750,000	Rp 60,000	Rp 550,000	Rp 210,000	Rp 200,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	45,000	Rp 22,500,000
5	12-Aug-22	25-Sep-22	Rp 4,800,000	Rp 105,000	Rp 960,000	Rp 400,000	Rp 380,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	80,000	Rp 40,000,000
6	19-Aug-22	2-Oct-22	Rp 1,500,000	Rp 35,000	Rp 310,000	Rp 130,000	Rp 120,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	26,000	Rp 13,000,000
7	26-Aug-22	9-Oct-22	Rp 2,200,000	Rp 45,000	Rp 430,000	Rp 180,000	Rp 165,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	36,000	Rp 18,000,000
8	2-Sep-22	16-Oct-22	Rp 4,750,000	Rp 105,000	Rp 950,000	Rp 400,000	Rp 360,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	79,000	Rp 39,500,000

9	9-Sep-22	23-Oct-22	Rp 2,800,000	Rp 60,000	Rp 550,000	Rp 230,000	Rp 210,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	46,000	Rp 23,000,000
10	16-Sep-22	30-Oct-22	Rp 3,200,000	Rp 70,000	Rp 640,000	Rp 270,000	Rp 250,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	54,000	Rp 27,000,000
11	4-Nov-22	17-Dec-22	Rp 1,800,000	Rp 65,000	Rp 600,000	Rp 250,000	Rp 175,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	25,000	Rp 12,500,000
12	11-Nov-22	24-Dec-22	Rp 2,250,000	Rp 35,000	Rp 310,000	Rp 180,000	Rp 270,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	38,000	Rp 19,000,000
13	18-Nov-22	31-Dec-22	Rp 3,000,000	Rp 65,000	Rp 600,000	Rp 290,000	Rp 235,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	42,000	Rp 21,000,000
14	25-Nov-22	7-Jan-23	Rp 4,500,000	Rp 100,000	Rp 100,000	Rp 480,000	Rp 380,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	87,000	Rp 43,500,000
15	2-Dec-22	14-Jan-23	Rp 3,500,000	Rp 80,000	Rp 850,000	Rp 550,000	Rp 350,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	50,000	Rp 25,000,000
16	9-Dec-22	21-Jan-23	Rp 2,800,000	Rp 65,000	Rp 645,000	Rp 640,000	Rp 340,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	45,000	Rp 22,500,000
17	16-Dec-22	28-Jan-23	Rp 3,200,000	Rp 70,000	Rp 767,000	Rp 760,000	Rp 360,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	67,000	Rp 33,500,000
18	23-Dec-22	4-Feb-23	Rp 4,000,000	Rp 90,000	Rp 982,000	Rp 880,000	Rp 380,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	82,000	Rp 41,000,000
19	30-Dec-22	11-Feb-23	Rp 1,800,000	Rp 35,000	Rp 335,000	Rp 130,000	Rp 330,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	35,000	Rp 17,500,000
20	6-Jan-23	18-Feb-23	Rp 2,500,000	Rp 48,000	Rp 440,000	Rp 200,000	Rp 300,000	Rp 200,000	Rp 3,900,000	Rp 500	40,000	Rp 20,000,000

Tabel 4.2 Pengeluaran

	Ukuran kecil	Ukuran Sedang	Ukuran besar	Batasan
pakan 1 mm	130.43	65.22	86.96	10000.00
pakan 0.5 mm	120.00	80.00	80.00	10000.00
pakan halus	183.33	83.33	53.33	10000.00
berat satuan(gr)	0.0010	0.0020	0.0025	
total ekor per kg	1000	500	400	

harga jual per kg	300000	200000	200000	
-------------------	--------	--------	--------	--

Data tabel yang digunakan merupakan data pembibitan ikan lele yang di dapat secara online dengan rentang waktu yang digunakan dalam 3 bulan dari bulan Juli 2022 hingga September 2022, pembibitan dilakukan berperiode. Periode pembibitan ikan lele dilakukan selama 2 minggu sekali, sedangkan untuk penjualan bibit ikan dilakukan selama 1 minggu sekali setelah melakukan pembibitan. Modal digunakan untuk membeli indukan ikan lele jika modal awal Rp 3.000.000 bisa mendapatkan 15 ekor indukan terdiri dari 10 betina dan 5 pejantan. Modal nilainya bersifat fleksibel tidak selalu sama, jadi pakan dan vitamin menyesuaikan dengan besar kecilnya modal. Sedangkan gaji karyawan dan listrik bersifat tetap nilainya tidak berubah mengikuti modal. Pakan yang dibeli biasanya per kilogram menyesuaikan kebutuhan dan vitamin dibeli perbotol sesuai kebutuhan dapat digunakan selama 1.5 bulan.

Variabel yang digunakan sesuai dengan data tabel yang didapat seperti:

- a. Modal merupakan suatu variabel tidak tetap karna nilainya yang menyesuaikan dengan kondisi keuangan. Jika modal yang digunakan nilainya besar maka Sumber Mina bisa membeli indukan ikan lele lebih banyak dari biasanya.
- b. Vitamin yang digunakan ada 3 macam yaitu Vitaliquid, EM4, dan Raja Ikan. Setiap vitamin memiliki keunggulan masing-masing misalnya vitaliquid bermanfaat meningkatkan kualitas pakan ikan, mengatasi stres karna perubahan cuaca, merangsang pertumbuhan, meningkatkan metabolisme, mencegah terserang penyakit, meningkatkan mutu pakan. Kelebihan EM4 adalah membuat ikan sehat, meningkatkan daya tahan ikan, menghindarkan ikan dari penyakit, memaksimalkan ukuran ikan, mengefisiensikan tenaga. Kelebihan dari raja ikan adalah meningkatkan nafsu makan, meningkatkan ketahanan tubuh dari serangan virus dan penyakit, mencegah stres dan menurunkan tingkat kematian, menghilangkan bau busuk pada air kolam, menghemat pakan dan mempercepat masa panen. Vitamin merupakan variabel tidak tetap karena menyesuaikan kebutuhan ikan.
- c. Pakan yang digunakan dalam proses pengembangbiakan ikan ada 3 jenis dengan proporsi yang berbeda, pakan halus digunakan untuk bibit yang berusia 15 – 25 hari, pakan 0,5 diberikan untuk bibit ikan yang berusia 25 – 30 hari, pakan yang berukuran 1ml diberikan pada ikan yang berusia 30 – 40 hari. Pemberian pakan dilakukan di 3

waktu yaitu pagi, siang dan malam. Pakan merupakan variabel tidak tetap karna menyesuaikan kebutuhan pada ikan.

- d. Listrik yang digunakan untuk pengaliran air dan pencahayaan pada malam hari merupakan variabel tetap yang tidak dapat berubah.
- e. Gaji Karyawan diberikan kepada orang yang bekerja dalam mengurus dan mengawasi perkembangan ikan di Sumber Mina, gaji karyawan merupakan variabel tetap yang tidak dapat berubah.

4.2 Penentuan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah untuk memaksimalkan keuntungan dari produksi ikan lele dengan menggabungkan harga jual ikan lele dalam tiga kategori ukuran yang berbeda (p_1, p_2, p_3) dan jumlah pakan yang diberikan pada ikan lele dalam bentuk tiga jenis pakan yang berbeda (w, x, y).

4.3 Fungsi Batasan

Penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia akan dialokasikan secara optimal, merupakan fungsi batasan adalah modal awal, pakan, vitamin, gaji karyawan, listrik. Penjualan ikan lele per ekor di setiap ukuran (cm) ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pemberian Pakan (gr)

	Ukuran kecil (w)	Ukuran Sedang (x)	Ukuran besar (y)	Batasan
pakan 1 mm (gr)	130.00	65.00	86.00	10000.00
pakan 0.5 mm (gr)	120.00	80.00	80.00	10000.00
pakan halus (gr)	183.00	83.00	53.00	10000.00
berat satuan(gr)	0.0010	0.0020	0.0025	
total ekor per kg	1000	500	400	
harga jual per kg	300000	200000	200000	

Keuntungan yang didapat dalam penjualan ikan lele berukuran kecil (w) adalah Rp. 300, penjualan ikan lele berukuran sedang (x) adalah Rp. 400 dan penjualan ikan lele yang berukuran besar (y) adalah Rp. 500. Maka fungsi objektif:

$$Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

Penentuan Fungsi Batas

Fungsi batasan diambil karena banyaknya kebutuhan yang digunakan dalam pembudidayaan ikan lele.

Perhitungan Linear Programming

Dari data yang sudah didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan dengan metode simpleks sebagai berikut:

a. Variabel Keputusan

Ukuran bibit ikan ditulis dengan variabel w, x, y

w = Bibit ukuran kecil

x = Bibit ukuran sedang

y = Bibit ukuran besar

b. Fungsi Tujuan Maksimumkan:

$$Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

c. Fungsi Pembatas:

$$130w + 65x + 86y \leq 10000$$

$$120w + 80x + 80y \leq 10000$$

$$183w + 83x + 53y \leq 10000$$

Pendekatan metode simpleks, dilakukan dengan langkah-langkah:

1. Mengubah fungsi pembatas diatas dari pertidaksamaan menjadi persamaan dengan menambahkan slack variabel.

$$130w + 65x + 86y + s_1 = 10000$$

$$120w + 80x + 80y + s_2 = 10000$$

$$183w + 83x + 53y + s_3 = 10000$$

$$-300000w + -200000x + -200000y + Z = 0$$

Dengan hasil penyelesaian nilai variabel

$$\text{Maks } Z = 300000w + 200000x + 200000y$$

$$\text{Batasan} = 130w + 65x + 86y \leq 10000$$

$$120w + 80x + 80y \leq 10000$$

$$183w + 83x + 53y \leq 10000$$

$$(-300000w) + (-200000x) + (-200000y) + Z \leq 0$$

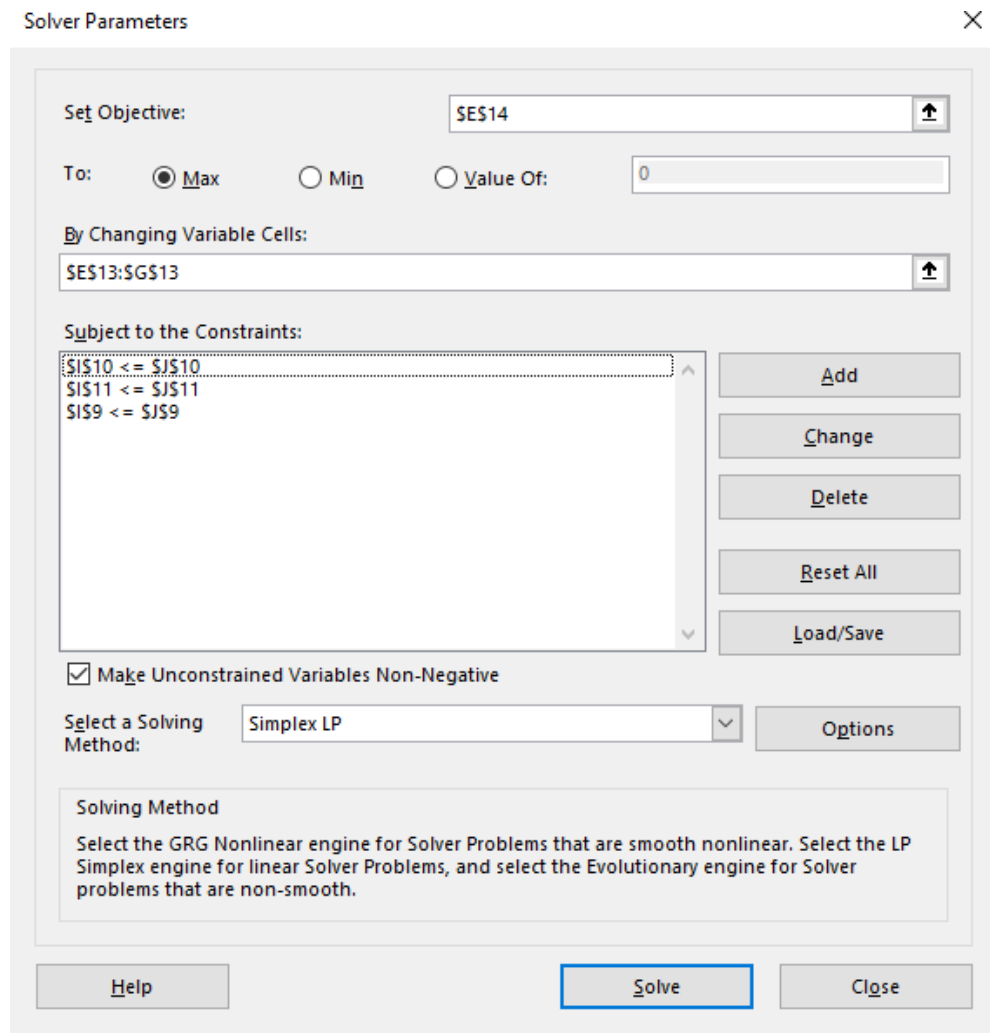
Tabel 4.4 Penyelesaian nilai variabel

		Variabel			tanda	nilai	ruas kanan
		w	x	y			
Kendala	k1	130	65	86	<=	10000	10000
	k2	120	80	80	<=	10000	10000
	k3	183	83	53	<=	10000	10000
koef F sasaran		300000	200000	200000			
nilai variabel		21.95371	36.7597	55.30973			
nilai F sasaran		25000000					

Berikut keterangan dari tabel Penyelesaian Nilai Variabel:

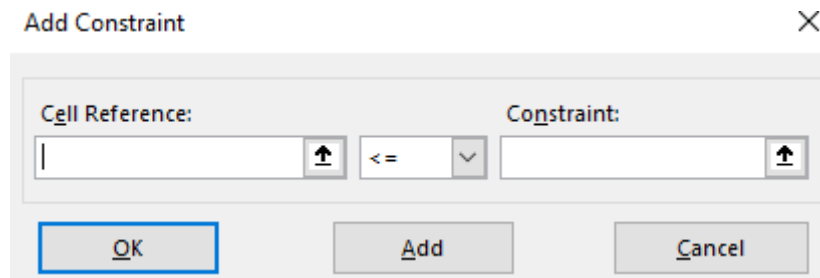
- Maksimal Z adalah jumlah ikan lele yang dihasilkan
- Batasan terdiri dari 3 kendala utama dan 1 kendala umum, yang dimaksud kendala utama ialah $130w + 65x + 86y$, $120w + 80x + 80y$, $183w + 83x + 53y$ sedangkan kendala umum ialah $-300000w + (-200000x) + (-200000y) + Z$
- Pada tabel terdapat bibit ikan lele ditulis dengan variabel w, x, y sesuai dengan ukuran bibit ikan dari kecil, sedang dan besar
- Pada tabel batasan dilambangkan dengan k1, k2, k3
- Tanda yang digunakan pada tabel adalah kurang dari sama dengan (<=)
- Cara mencari nilai pada tabel : $G11 \cdot G15 + H11 \cdot h15 + I11 \cdot I15$ (sebelum tanda tambah jangan lupa klik F4) begitu juga untuk selanjutnya
- Ruas kanan diisi sesuai dengan batasan yang sudah ditentukan diatas
- Koefisien fungsi sasaran diisi dengan maksimal Z seperti diatas

- Cara mencari nilai fungsi sasaran pada tabel : $=G14*G15 + H14*H15 + I14*I15$
- Untuk mencari nilai variabel pergi ke data lalu klik solver kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada gambar



Gambar 4. 1 Solver

- Pada bagian Set Objective isi nilai sasaran (E14),
- Pada To dipilih sesuai jenis fungsi sasarannya,
- Pada By Changing Variable Cell diisi dengan nilai variabel (E13, F13, G13),
- Pada Subject To The Constraints klik Add kemudian akan muncul tabel Add Constraint seperti gambar



Gambar 4. 2 Add Constraint

Cara mengisi Add Constraint :

- Pada Cell Reference diisi dengan I9 (nilai pada tabel) tanda yang digunakan kurang dari sama dengan (\leq) Constraint diisi dengan J9 (ruas kanan pada tabel) kemudian klik Add lakukan berulang sampai I11 dan J11 lalu klik Ok
- Select a Solving Method dipilih Simplex LP
- Terakhir klik Solver maka nilai variabel akan muncul

Untuk mendapatkan hasil penjualan yang optimal, maka sumber mina perlu mengoptimalkan untuk ikan lele kecil 21.9kg, ikan lele sedang 36.7kg dan ikan lele besar 55.3kg, sehingga keuntungan optimal yang diperoleh adalah senilai Rp 25.000.000.

Dalam perhitungan hanya menggunakan pakan sebagai fungsi pembatas dikarenakan penggunaan pakan belum optimal untuk setiap ikan, sedangkan untuk vitamin takarannya sama, untuk listrik dan gaji karyawan bernilai tetap dan tidak diubah. Untuk mempermudah perhitungan dan supaya lebih akurat menggunakan *microsoft excel*.

4.5 Implementasi Coding

Pemodelan matematika diimplementasi menggunakan python dan *library SciPy* untuk menyelesaikan masalah optimasi linear Programming dengan metode simpleks (Scipy, n.d.). Implementasi ini menggunakan pendekatan matriks dan metode simpleks untuk mencari solusi yang optimal. Untuk memahami implementasi ini, berikut penjelasan lebih lanjut tentang bagian-bagian kode yang berkaitan:

1. Variabel Keputusan (Variabel Pemberian Pakan):

```
A = np.array([[3, 3, 5], [3, 4, 5], [11, 10, 8], [-1, 0, 0], [0, -1, 0], [0, 0, -1]])
```

Variabel A [3, 3, 5], [3, 4, 5], [11, 10, 8] merupakan matriks koefisien yang menggambarkan hubungan antara variabel keputusan (pemberian pakan) dan slack variabelnya [-1, 0, 0], [0, -1, 0], [0, 0, -1] dalam fungsi batasan.

2. Fungsi Pembatas:

```
b = np.array([230000, 250000, 600000, 0, 0, 0])
```

Variabel b [230000, 250000, 600000] adalah vektor batasan yang menyatakan jumlah pakan yang tersedia untuk setiap komponen pakan dan kapasitas pakan yang dapat dikonsumsi oleh ikan lele.

3. Fungsi Tujuan (Fungsi Objektif):

```
c = np.array([-300, -400, -500])
```

Variabel c [-300, -400, -500] adalah vektor koefisien dalam fungsi tujuan yang dimaksimalkan (keuntungan).

4. Memanggil Fungsi linprog:

```
res = linprog(c, A_ub=A, b_ub=b, method='simplex')
```

Fungsi '*linprog*' dari *library Scipy* untuk menyelesaikan masalah optimasi. Metode yang digunakan adalah metode simpleks (*method='simplex'*). Fungsi ini akan menghitung solusi optimal untuk variabel keputusan (pemberian pakan) yang dimaksimalkan fungsi tujuan (keuntungan) dengan mempertimbangkan batasan-batasan yang ada.

Hasil dari pemanggilan '*linprog*' disimpan dalam variabel '*res*' dapat menggunakan atribut '*res.x*' untuk mendapatkan nilai optimal dari variabel keputusan (w, x, y) yang memenuhi batasan dan mencapai nilai maksimal atau minimal dari fungsi tujuan.

Keterangan:

- *linprog* : fungsi dalam *library SciPy* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi linear Programming (LP) LP adalah masalah optimasi dimana tujuannya memaksimalkan atau meminimalkan fungsi linear dari variabel-variabel tertentu, dengan mempertimbangkan kumpulan batasan linear. '*linprog*' digunakan untuk menemukan solusi optimal masalah LP dengan metode simpleks. Metode simpleks adalah algoritma yang efisien untuk menyelesaikan masalah optimasi linear, terutama ketika variabel dan batasan yang terlibat tidak terlalu banyak.

Sintaks dasar dari fungsi '*linprog*' adalah sebagai berikut:

```
from scipy.optimize import linprog

res = linprog(c, A_ub=A, b_ub=b, method='simplex')
```

Dimana:

'*from scipy.optimize import linprog*' : pernyataan yang digunakan untuk mengimpor fungsi '*linprog*' dari *library scipy*. Setelah melakukan impor tersebut dapat menggunakan fungsi '*linprog*' untuk menyelesaikan masalah optimasi linear Programming (LP).

'*c*' : merupakan vektor koefisien dalam fungsi tujuan yang ingin dimaksimalkan atau diminimalka.

'*A_ub*' : merupakan matriks koefisien batasan yang dinyatakan dalam bentuk pertidaksamaan kurang dari atau sama dengan (\leq).

'*b_ub*' : merupakan vektor batasan yang menyatakan jumlah pakan yang tersedia atau kapasitas pakan yang dapat dikonsumsi oleh ikan lele.

'*method*' : merupakan argumen opsional yang menentukan metode optimasi yang digunakan. Untuk masalah LP biasanya metode yang digunakan adalah '*simplex*'.

'*res*' : menyimpan hasil dari pemanggilan fungsi '*linprog*'. Berisi solusi hasil dari masalah optimasi linear Programming termasuk nilai optimal dari variabel keputusan (*w*, *x*, *y*) dan nilai optimal dari fungsi tujuan (keputusan).

Berikut implementasi yang digunakan adalah python dan library menggunakan *scipy*:

```
import numpy as np
from scipy.optimize import linprog

A = np.array([[130, 65, 86], [120, 80, 80], [183, 83, 53], [-1, 0, 0],
[0, -1, 0], [0, 0, -1]])
b = np.array([ 10000, 10000, 10000, 0, 0, 0])
c = np.array([-300000, -200000, -200000])

res = linprog(c, A_ub=A, b_ub=b, method='simplex')
res
optimal_pakan_1mm = round(res.x[0])
optimal_pakan_05mm = round(res.x[1])
optimal_pakan_halus = round(res.x[2])
optimal_keuntungan = round(res.fun*-1)

print('variable optimal untuk setiap pakan adalah:',
optimal_pakan_1mm, optimal_pakan_05mm, optimal_pakan_halus)
print('keuntungan optimal adalah:', optimal_keuntungan)
```

Dalam implementasi ini menggunakan library Numpy untuk membuat matriks variabel keputusan dan fungsi pembatas (*A* dan *b*), serta vektor fungsi tujuan (*c*). kemudian

menggunakan fungsi 'linprog' dari *library SciPy* dengan menggunakan metode simpleks ('method='simlex') untuk mencari solusi optimal.

Hasil dari 'linprog' disimpan dalam variabel 'res', dan dapat mengekstrak nilai optimal dari variabel keputusan (w, x, y) dengan 'res.x' dan nilai optimal dari fungsi tujuan (keuntungan) dengan 'res.fun'. dengan menjalankan kode ini akan mendapatkan hasil solusi optimal yang memberikan kombinasi pemberian pakan yang memaksimalkan keuntungan dari penjualan lele, dengan mempertimbangkan batasa-batasan yang ada.

Dan menghasilkan output seperti pada gambar Output Implementasi:

```

con: array([], dtype=float64)
fun: -25000000.0
message: 'Optimization terminated successfully.'
nit: 3
slack: array([ 0.          ,  0.          ,  0.          , 20645.16129032,
              20000.         , 21612.90322581])
status: 0
success: True
x: array([20645.16129032, 20000.         , 21612.90322581])

```

Gambar 4. 3 Output Implementasi

Gambar 4. 4 Solver Gambar 4. 5 Output Implementasi

Implementasi output adalah hasil optimalisasi yang didapat setelah melakukan perhitungan menggunakan pemrograman dengan memasukkan data yang sudah ada.

Penggunaan numpy pada implemantasi:

```
import numpy as np
```

Numpy atau biasa disingkat dengan np yaitu *library python* yang digunakan untuk bekerja dengan *array* dan matriks multidimensi serta menyediakan berbagai fungsi matematika yang kuat. *Numpy* merupakan salah satu *library* inti dalam ekosistem python untuk komputerisasi ilmiah dan analisis data. Dengan numpy dapat melakukan operasi *array* yang cepat dan efisien, termasuk operasi matematika, aljabar linear, statistik, transformasi fourier, dan banyak lagi. *Numpy* merupakan fondasi bagi banyak *library* lain yang berfokus pada analisis data, pembelajaran mesin, dan ilmu data secara umum.

Jika tidak menggunakan *numpy* (np) bisa melakukan implemenasi optimasi linear Programing dan pemrosesan array dengan python, dengan memerlukan metode lain untuk mengelola matriks dan operasi matematika yang berkaitan dengan array.

Kode implementasi untuk menghitung nilai optimal dari variabel-variabel pemberian pakan (w, x, y) dan keuntungan yang dihasilkan menggunakan hasil dari fungsi '*linprog*'

```
optimal_pakan_1mm = round(res.x[0])  
optimal_pakan_05mm = round(res.x[1])  
optimal_pakan_halus = round(res.x[2])  
optimal_keuntungan = round(res.fun*-1)
```

Keterangan nilai optimal berikut:

- '*res.x[0]*' mengambil nilai optimal dari variabel pemberian pakan w(x1).
- '*res.x[1]*' mengambil nilai optimal dari variabel pemberian pakan x(x2).
- '*res.x[2]*' mengambil nilai optimal dari variabel pemberian pakan y(x3).

Nilai-nilai ini kemudian dibulatkan menggunakan fungsi '*round*' karena solusi optimal biasanya berupa bilangan desimal, tetapi dalam konteks pemberian pakan, kita hanya dapat memberikan pakan dalam suatu kilogram (bilangan bulat). Untuk menghitung nilai optimal dari keuntungan, dilakukan operasi '*res.fun*-1*' karena nilai yang diperoleh dari fungsi '*res.fun*' adalah nilai minimal dari fungsi tujuan yang ingin dimaksimalkan. Sehingga untuk mendapatkan keuntungan maksimal, perlu dilakukan inversi dengan mengalikan -1.

Hasil dari pernyataan kode tersebut adalah variabel '*optimal_pakan_1mm*', '*optimal_pakan_0.5mm*', '*optimal_pakan_halus*', dan '*optimal_keuntungan*', yang akan menyimpan nilai optimal dari masing-masing variabel pemberian pakan (w, x, y) dan nilai optimal dari keuntungan (dalam bentuk positif) yang mencapai solusi maksimum dari fungsi tujuan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari program tersebut adalah nilai optimal dari variabel pemberian pakan (w , x , y) dan keuntungan optimal yang dicapai. Variabel pemberian pakan optimal menunjukkan berapa kilogram pakan dari masing-masing ukuran yang harus diberikan untuk mencapai keuntungan maksimum. Program ini memberikan informasi yang berguna bagi peternak di Sumber Mina dalam mengoptimalkan pemberian pakan agar mencapai keuntungan yang maksimum sesuai dengan batasan yang ada. Perlu diingat program ini hanya memberikan solusi numerik dan mengasumsikan bahwa batasan dan fungsi tujuan adalah linear.

5.2 Saran

Saran untuk peneliti kedepannya untuk bisa mengembangkan dan menabahkan fungsi pembatas dalam mengoptimalkan. Jika ada faktor-faktor non-linear atau kompleks lainnya yang perlu dipertimbangkan, mungkin diperlukan metode atau pendekatan lain yang lebih canggih untuk menyelesaikan masalah optimasi secara akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Munzir, A., & Mustapha, M. A. (2018). Analisis Faktor Produksi Usaha Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Kota Padang Sumatera Barat. *Article of Undergraduate Research, Faculty of Post Graduate, Bung Hatta University*, 13(1), 1–10.
- Akuaponik, B. (2020). *Ketinggian Air kolam Ikan Lele Berdasarkan Panjang Ikan Lele*. <https://biksenakuaponik.blogspot.com/2019/06/ketinggian-air-kolam-ikan-lele.html>
- Aprilyanti, S., Pratiwi, I., & Basuki, M. (2018). Optimasi keuntungan produksi kemplang panggang menggunakan linear programming melalui Metode Simpleks. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 7–8.
- Astiti, S., Wayan, N., Ambarawati, I., Bisena, A., & Kadek, I. (2015). Analisis Finansial Budidaya Pembibitan Lele: Studi Kasus pada Kelompok Tani Unit Pembibitan Rakyat Mina Dalem Sari di Kota Denpasar. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 3(1), 26288.
- Dewi, D. K., & Mulyo, J. H. (2015). Analisis Produksi Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Kecamatan Kalasan Kabupaten Sleman DIY: Pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 17(2), 54–60.
- Dwijatenaya, I. B. M. A. (2018). OPTIMALISASI USAHA KERUPUK IKAN: ANALISIS LINIER PROGRAMMING DENGAN METODE SIMPLEKS. *GERBANG ETAM*, 12(1), 18–30.
<https://ejurnal.balitbangda.kukarkab.go.id/index.php/gerbangetam/article/view/90/68>
- Infoikan. (2019). *Pakan Bibit Lele yang Bagus Untuk Pertumbuhan Berdasarkan Umur*. <https://www.infoikan.com/2017/03/pakan-bibit-lele-yang-bagus-untuk.html>
- Listyaningrum, R., & Afiati, I. N. (2018). PENERAPAN METODE SIMPLEKS UNTUK OPTIMASI PRODUKSI IKAN AIR TAWAR DAN IKAN AIR PAYAU DI KABUPATEN CILACAP SERTA ANALISIS KELAYAKAN PRODUKSI SECARA SENSITIVITAS. *INFORMATIKA ELEKTRONIKA DAN MESIN*, 9(2).
- Masudin, I., Ibrahim, M. F., & Yandeza, G. (2018). Linear Programming dengan R. In *Universitas Muhammadiyah Malang* (Vol. 53, Issue 9).
- Nasution, Z., Sunandar, H., Lubis, I., & Sianturi, L. T. (2016). Penerapan Metode Simpleks untuk Menganalisa Persamaan Linier dalam Menghitung Keuntungan Maksimum. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 3(4).
- Rahayu, Y., Nurhadiyono, B., & Izzhati, D. N. (2014). Analisis Linier Programming untuk Optimalisasi Kombinasi Produk. *Techno. Com*, 13(4), 232–237.
- Redaksi, S. (2013). *Cara pemijahan ikan lele*. <https://alamtani.com/cara-pemijahan-ikan-lele/>
- Rianto, R. A. (2019). *PH Air yang Ideal pada Budidaya Ikan Lele*. <https://www.isw.co.id/post/2019/02/26/ph-air-yang-ideal-pada-budidaya-ikan-lele>
- Romadhon, I. K., Komar, N., & Yulianingsih, R. (2013). Desain optimal pengolahan sludge padat biogas sebagai bahan baku pelet pakan ikan lele. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1).
- Romadhon, M., Oktarini, D., & Suryani, F. (2021). Optimalisasi Produksi Olahan Lele Menggunakan Metode Simpleks Di CV. Rule Athallah. *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 10–16.

- Scipy. (n.d.). *Scipy*. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.linprog-simplex.html>
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. (2013). *Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks*. *Binus Business Review*, 4 (2), 725--741.
- Statistik, B. P. (2018). *Nilai Produksi Perikanan Budidaya Menurut Komoditas Utama (Ribu Rupiah), 2018*. <https://www.bps.go.id/indicator/56/1514/1/nilai-produksi-perikanan-budidaya-menurut-komoditas-utama.html>
- Technoplex, Ef. (2022). *Pakan Ikan Lele: Kebutuhan Nutrisi, Jenis & Tips Pemberian!* <https://efishery.com/pakan-ikan-lele-supaya-cepat-besar/>
- Yumna, A. S., Rukmono, D., Panjaitan, A. S., & Mulyono, M. (2019). PENINGKATAN PRODUKTIVITAS IKAN LELE (*Clarias sp.*) SISTEM BIOFLOK DI PESANTREN MODERN DARUL MA'ARIF LEGOK, INDRAMAYU. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 2(2), 113–120.

LAMPIRAN