

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia, dan tanaman singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) merupakan salah satu tanaman penting terutama di wilayah Lampung Tengah, yang memiliki potensi untuk menjadi sumber pangan dan pemasukan ekonomi bagi petani lokal dalam kurun waktu selama 4 tahun dari tahun 2018-2021 yakni sebesar 1.433.638/ton-2.208.519/ton [1]. Dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman singkong, pemilihan bibit singkong yang efektif dan efisien merupakan tantangan kompleks karena melibatkan beberapa factor lingkungan, cuaca, perubahan iklim yang akan mempengaruhi pertumbuhan hasil panen, dan berkelanjutan usaha pertanian [2]. Wilayah Lampung Tengah sendiri memiliki tanah yang subur, iklim tropis, dan ketersediaan air yang mencukupi sehingga membuat wilayah ini cocok untuk bercocok tanam singkong.

Pentingnya pemilihan kualitas bibit singkong yang tepat menjadi factor penentu dalam mencapai hasil panen yang optimal, namun secara konvensional seringkali dilakukan berdasarkan pengalaman petani atau asumsi tanpa mempertimbangkan factor-faktor yang kompleks yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan keuntungan. Sedangkan dalam proses pemilihan bibit petani sering dihadapkan pada masalah kompleks seperti ketidakpastian lingkungan, variasi cuaca dan perubahan iklim, sehingga tidak mengatasi aspek-aspek kompleks yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan ini [3]. Selain itu, aspek keuangan dan potensi keuntungan dari berbagai jenis bibit singkong juga harus dipertimbangkan secara cermat untuk memastikan keberhasilan usaha pertanian.

Dalam era teknologi informasi yang semakin maju pemanfaatan sistem penunjang keputusan (*Decision Support System/DSS*) berperan penting dalam membantu petani atau para pemangku kepentingan dalam pemilihan bibit

singkong yang tepat. DSS adalah suatu sistem yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan dengan menggunakan data, model matematis dan teknik analisis untuk menyajikan informasi yang relevan dan akurat [4]. Selain itu pentingnya pendekatan sistem penunjang keputusan dengan metode *fuzzy logic* yang inovatif dan efektif dalam mendukung pengambilan keputusan kompleks dalam berbagai bidang termasuk dalam sector pemilihan bibit tanaman. *Fuzzy logic* suatu sistem yang memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan penanganan informasi yang tidak pasti atau ambigu, mirip dengan cara manusia berfikir dan mengambil keputusan dalam kondisi yang tidak jelas atau terdefinisi secara tegas [5].

Dalam konteks pemilihan bibit tanaman singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) factor-faktor lingkungan seringkali memiliki tingkat ketidakpastian yang sangat tinggi [3]. Dengan menggunakan metode *fuzzy* dapat digunakan untuk menilai kelayakan dan potensi pertumbuhan berbagai jenis singkong berdasarkan variable lingkungannya. Sistem juga dapat memberikan bobot atau derajat kelayakan bibit dalam skala linguistik seperti “buruk”, “sedang”, atau “baik” berdasarkan tingkat adaptasi terhadap kondisi tertentu. Berikut adalah beberapa jenis tanaman singkong yang tepat untuk ditanam di wilayah Lampung Tengah : singkong sekoci, singkong kasesat UJ-45, singkong garuda dan singkong Thailand [6]. Pemilihan jenis tanaman singkong yang tepat akan memberikan dampak positif pada produktivitas pertanian dan pendapatan petani serta berkontribusi pada ketahanan pangan dan perekonomian lokal secara keseluruhan. Sedangkan dalam hal investasi dibutuhkan suatu metode dalam menganalisis, yaitu metode IRR (*Internal Rate Of Return*) dimana metode ini digunakan untuk menghitung tingkat pengembalian yang diharapkan dari investasi berdasarkan arus kas yang dihasilkan dari proyek tersebut. IRR menjadi salah satu kriteria utama dalam pengambilan keputusan investasi, karena memberikan gambaran secara komprehensif tentang tingkat keuntungan yang dapat diperoleh oleh investor suatu proyek [7].

Yusrianti Sihombing, Dkk, meneliti tentang Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Bibit Semangka Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

menyimpulkan bahwa dengan melalui proses sistem pendukung keputusan data bibit semangka akan diurutkan dari nilai tertinggi sampai nilai terendah kemudian akan dirangking, maka dari itu Balai Penyuluhan Pertanian Dolok Masihul akan memilih rangking tertinggi sejumlah dengan yang dibutuhkan para petani [8]. Sedangkan Ria Iswandari Dkk, meneliti tentang Analisis Peramalan Produksi Singkong dan Kelayakan Finansial Agroindustri Mocaf di Provinsi Lampung menyimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *linier regression* dengan hasil kelayakan finansial menunjukkan angka positif pada nilai NPV Rp 64.169.879.188, IRR 68,8629%, serta perhitungan PBP maka menghasilkan modal kembali pada 2 tahun 1 bulan [7].

Berdasarkan penelitian diatas, maka penelitian disini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas pertanian dan perekonomian di wilayah Lampung Tengah melalui IMPLEMENTASI *FUZZY TSUKAMOTO* DAN *INTERNAL RATE OF RETURN* (IRR) DALAM PENENTUAN BIBIT SINGKONG YANG TEPAT UNTUK WILAYAH LAMPUNG TENGAH dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria sebagai berikut : harga bibit singkong, produktivitas, ketersediaan bibit, keuntungan finansial (IRR), modal produksi, harga singkong, lama investasi, dan potongan tonase.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

- a. Kurangnya pendekatan ilmiah dan berbasis data dalam pemilihan bibit singkong, yang banyak mengandalkan pengalaman petani atau pengetahuan konvensional.
- b. Ketidakpastian dan kompleksitas dalam menilai kelayakan bibit singkong berdasarkan kriteria-kriteria.
- c. Keterbatasan petani dalam melakukan analisis keuangan yang mendalam untuk memperkirakan potensi keuntungan dari berbagai bibit singkong yang berbeda.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan di atas, maka dapat diambil sebuah rumusan masalah yaitu:

- a. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam menilai kelayakan bibit singkong berdasarkan kriteria seperti harga bibit singkong, produktivitas, ketersediaan bibit, keuntungan finansial (IRR), modal produksi, harga singkong, lama investasi, dan potongan tonase yang relevan di wilayah Lampung Tengah?
- b. Bagaimana cara menerapkan analisis *Internal Rate Of Return (IRR)* dalam mengevaluasi potensi keuntungan berdasarkan kriteria seperti harga bibit, hasil panen, biaya produksi, potongan tonase, usia dan nilai jual dari berbagai jenis bibit singkong yang dipertimbangkan di wilayah tersebut?
- c. Apakah pendekatan gabungan antara *Fuzzy Tsukamoto* dan analisis IRR dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemilihan bibit singkong untuk wilayah Lampung Tengah?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka batasan masalah mencakup sebagai berikut:

- a. Implementasi metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam menilai kelayakan bibit singkong berdasarkan kriteria-kriteria kondisi seperti harga bibit singkong, produktivitas, ketersediaan bibit, keuntungan finansial (IRR), modal produksi, harga singkong, lama investasi, dan potongan tonase.
- b. Menerapkan analisis *Internal Rate Of Return (IRR)* untuk mengevaluasi potensi keuntungan dari jenis bibit singkong sekoci, singkong kasesat UJ-45, singkong garuda dan singkong Thailand, serta kriteria-kriteria seperti harga bibit, hasil panen, biaya produksi, potongan tonase, usia dan nilai jual yang dipertimbangkan.

- c. Penelitian ini akan difokuskan pada aspek lingkungan dan pertanian, tanpa memasukkan factor social dan politik yang dapat memengaruhi keputusan.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Mengimplementasikan metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk menentukan bibit singkong yang tepat berdasarkan variable lingkungan di wilayah Lampung Tengah.
- b. Menerapkan analisis *Internal Rate Of Return* (IRR) untuk mengevaluasi potensi keuntungan dari berbagai jenis bibit yang dipertimbangkan.
- c. Menganalisis efektivitas dan efisiensi dari pendekatan gabungan antara *Fuzzy Tsukamoto* dan analisis IRR dalam pemilihan bibit singkong.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- a. Memberikan pedoman praktis pada petani di wilayah Lampung Tengah dalam memilih bibit singkong yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan potensi keuntungan ekonomi yang optimal.
- b. Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan bibit singkong, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan pendapatan petani.
- c. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian dan penerapan metode analisis keuangan yang lebih canggih dalam sector pertanian.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan terbagi dalam 5 (lima) bagian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah yang memiliki tujuan yaitu untuk membantu petani dalam menentukan bibit singkong yang tepat dan menguntungkan dimana pemilihan bibit singkong yang tepat menjadi krusial dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan pendapatan petani. Dalam Upaya ini, maka peneliti mengimplementasikan metode *Fuzzy Tsukamoto* dan *Internal Rate Of Return (IRR)* muncul sebagai pendekatan inovatif dan efektif untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pemilihan bibit singkong yang sesuai, identifikasi masalah yang membahas tentang penerapan metode dalam penerapan bibit singkong yang tepat, batasan masalah ini berisikan penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan kriteria yang ditentukan dan metode *Internal Rate Of Return (IRR)* untuk menganalisis potensi keuntungan dengan menggunakan bibit singkong yang digunakan, dan difokuskan pada wilayah Lampung Tengah, tujuan penelitian ini berisikan menganalisis bibit singkong dengan potensi keuntungan dari berbagai jenis bibit singkong dengan menggunakan metode *Internal Rate Of Return (IRR)*, dan manfaat penelitian ini untuk dijadikan pedoman praktis pada petani dalam memilih bibit singkong yang sesuai, dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan bibit singkong, dan memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan oleh peneliti untuk memperkuat argumen yang digunakan, dimana

berisikan peneliti terdahulu, terkait metode *Fuzzy Tsukamoto* dan *Internal Rate Of Return* (IRR), jenis bibit singkong yang akan digunakan, kondisi lingkungan di wilayah Lampung Tengah serta rumus-rumus yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data-data yang dibutuhkan, dengan cara melakukan pengumpulan data mentah berupa hasil penjualan singkong, wawancara terhadap pihak yang terkait, kriteria dalam penentuan bibit singkong, analisis data menggunakan *Internal Rate Of Return* (IRR) dalam evaluasi keuntungan investasi dengan cara menghitung dari berbagai jenis singkong, dan metode *Fuzzy Tsukamoto* dimana terdapat tiga tahapan yaitu berisi *variable fuzzy*, *inferensi*, *defuzifikasi*, serta jadwal rencana tahapan penelitian yang telah dibuat oleh peneliti.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV ini membahas tentang hasil analisis dan rekomendasi bibit singkong dari metode *Fuzzy Tsukamoto* yang sesuai dengan kondisi lingkungan di Lampung Tengah, mengevaluasi potensi keuntungan dari berbagai jenis singkong berdasarkan perhitungan IRR.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan ringkasan temuan dari penelitian dan rekomendasi terkait pemilihan bibit singkong dalam mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Penunjang Keputusan (*Decision Support System/DSS*)

Adalah suatu bentuk sistem informasi yang digunakan untuk membantu mengambil keputusan dalam mengatasi permasalahan yang kompleks dan mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih baik [9]. Metode sistem penunjang keputusan menggabungkan teknologi komputer, basis data, model matematika, dan alat analisis lainnya untuk menyediakan informasi dan dukungan interaktif dalam memahami situasi dan mengidentifikasi alternatif keputusan [8].

Terlepas dari definisi yang dijelaskan di latar belakang, Sistem Pendukung Keputusan (DSS) adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer termasuk berbasis pengetahuan (*knowledge management*) yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan [9].

2.1.1 Jenis – Jenis Metode Sistem Penunjang Keputusan

- a. Sistem Penunjang Keputusan Berbasis Model (*Model–Driven DSS*).

Jenis DSS ini menggunakan model matematika atau model kecerdasan buatan untuk menganalisis data dan menghasilkan hasil yang berguna bagi pengambil keputusan. Model ini biasanya dibangun berdasarkan teori dan aturan yang telah ditentukan sebelumnya.

- b. Sistem Penunjang Keputusan Berbasis Data (*Data Driven-DSS*).

Jenis DSS ini berfokus pada analisis data historis dan data operasional untuk memberikan informasi dan wawasan kepada

pengambil keputusan. Analisis data ini membantu dalam mengidentifikasi tren, pola, dan hubungan dalam data yang ada.

c. Sistem Penunjang keputusan Berbasis Pengetahuan (*Knowledge Driven DSS*).

Jenis DSS ini menggunakan pengetahuan yang dimasukkan oleh ahli atau pengguna untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan. Pengetahuan ini bisa berupa aturan, keputusan sebelumnya, atau pengetahuan yang telah terdokumentasi.

d. Sistem Penunjang Keputusan Berbasis Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence-Based DSS*).

Jenis DSS ini menggabungkan teknologi kecerdasan buatan, seperti sistem pakar dan analisis data cerdas, untuk memberikan dukungan lebih tinggi dalam pengambilan keputusan.

2.2 *Multiple Attribute Decision Making (MADM)*

Teknik yang disebut pengambilan keputusan multi atribut (MADM) digunakan untuk memilih opsi terbaik di antara beberapa yang memenuhi kriteria tertentu [10]. Bidang signifikan ilmu keputusan kontemporer adalah studi tentang pengambilan keputusan atribut ganda (MADM), yang melibatkan berbagai metode untuk memilih alternatif terbaik atau menentukan peringkat prioritasnya sesuai dengan atribut yang diberikan.

Pembuat pilihan (DM) mungkin menyadari bahwa sulit untuk menentukan nilai yang tepat tentang informasi evaluasi atribut mengingat kompleksitas keadaan keputusan praktis. Untuk mengatasi masalah informasi asesmen yang tidak mencukupi, Atanassov mengembangkan gagasan himpunan *fuzzy*

intuisionistik (IFS) pada tahun 1986. IFS adalah perluasan yang bermanfaat dari himpunan *fuzzy* yang mewakili informasi *asesmen atribut* melalui derajat keanggotaan (MD) [5] .

2.3 *Fuzzy Logic*

Metode *Fuzzy* adalah suatu pendekatan matematis yang digunakan untuk menghadapi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam pengambilan keputusan. Konsep dasar dari metode ini dikembangkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965 sebagai alternatif bagi logika klasik yang mengandalkan nilai biner (0,1) [11].

Prof. Lofti Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang ada di dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi tak hingga ini, Zadeh mengembangkan himpunan *fuzzy*. Berbeda dengan *logika boolean*, *logika fuzzy* memiliki nilai kontinue. Samar-samar diekspresikan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh karena itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Salah satu metode kecerdasan buatan untuk melakukan estimasi atau prediksi adalah *logika fuzzy*. Dengan *logika fuzzy*, sistem kecerdasan manusia dapat diimplementasikan ke dalam bahasa mesin secara efisien dan mudah. *Logika fuzzy* dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dari data masukan dan data keluaran. Dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS), *logika fuzzy* dapat memetakan suatu input ke output. Dengan menggunakan konsep himpunan *fuzzy*, *variable fuzzy*, dan fungsi keanggotaan metode ini mampu menyajikan solusi yang lebih fleksibel [12].

2.3.1 Konsep Dasar Metode *Fuzzy*

a. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* memperkenalkan derajat keanggotaan yang memungkinkan suatu elemen untuk memiliki tingkat

keanggotaan parsial dalam himpunan.

b. *Variabel Fuzzy*

Variable fuzzy adalah *variable* yang nilainya dapat memiliki tingkat ketidakpastian atau keanggotaan yang tidak eksas.

c. Fungsi Keanggotaan

Fungsi ini menentukan seberapa baik suatu elemen termasuk dalam himpunan *fuzzy*. Fungsi ini menggambarkan hubungan antara nilai *variable* dan derajat keanggotaan.

2.4 *Fuzzy Tsukamoto*

Fuzzy Tsukamoto adalah salah satu metode yang populer dalam sistem pendukung keputusan berbasis *logika fuzzy*. Metode ini menggabungkan konsep himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan dan aturan *fuzzy* untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam proses pengambilan keputusan. *Fuzzy Tsukamoto* adalah kerangka kerja komputasi berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* dalam bentuk IF-THEN, dan penalaran *fuzzy*. Secara garis besar, diagram blok dari proses *inferensi fuzzy*. Metode *fuzzy* dipilih karena mereka memiliki proses berpikir yang sama masing-masing aturannya, dimana masing-masing konsekuen terhadap aturan yang sama dalam bentuk IF-THEN harus diwakili oleh himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton [8] [12] [13].

2.4.1 Rumus Matematis *Fuzzy Tsukamoto*

Fuzzy Tsukamoto melibatkan beberapa tahap dalam pengambilan keputusan, termasuk *fuzzyfikasi*, penalaran *fuzzy*, dan *defuzzyfikasi*. Berikut adalah masing-masing tahapan dalam *fuzzy Tsukamoto* [14] [15][16]:

a. *Fuzzyfikasi*

Langkah ini mengubah nilai-nilai *crisp* (eksak) menjadi nilai-nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya.

Misalkan :

X : nilai *crisp* dari *variable input*

$\mu_A(x)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* A pada nilai x

$\mu_B(x)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* B pada nilai x

Rumus *fuzzyfikasi* :

$$\mu_A(x) = f_A(x) \dots\dots\dots(1)$$

$$\mu_B(x) = f_B(x) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana $f_A(x)$ dan $f_B(x)$ adalah fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A dan B sesuai dengan *variable input* x .

b. *Penalaran Fuzzy*

Aturan *fuzzy* diterapkan pada nilai-nilai *fuzzy input* untuk menghasilkan nilai-nilai *fuzzy output*.

Misalkan :

$\mu_A(x)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* A pada nilai x

$\mu_B(x)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* B pada nilai x

$\mu_C(y)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* C pada nilai y
(*variable output*).

Rumus penalaran *fuzzy*

$$\mu_C(y) = \text{MIN}(\mu_A(x), \mu_B(x)) \dots\dots\dots(3)$$

Aturan ini menggambarkan hubungan antara himpunan *fuzzy* A dan B dengan hasil himpunan *fuzzy* C.

c. *Defuzzyfikasi*

Tahap akhir adalah mengubah nilai-nilai *fuzzy* hasil penalaran menjadi nilai *crisp* sebagai hasil akhir dari pengambilan keputusan.

Misalkan :

$\mu_C(y)$: derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* C pada nilai y
(*variable output*).

Y : nilai *crisp* dari *variable output*

Rumus *defuzzyfikasi*

$$Y = (\sum(\mu_C(y) * y)) / \sum \mu_C(y) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana y adalah nilai *crisp* yang dihasilkan sebagai nilai akhir.

2.4.2 Langkah – Langkah Penerapan *Fuzzy Tsukamoto*

a. *Identifikasi Variable*

Tentukan *variable input* dan *output* yang relevan dalam masalah pengambilan keputusan. Setiap *variabel* diberikan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang sesuai.

b. *Membuat Aturan Fuzzy*

Buat aturan *fuzzy* berdasarkan pengetahuan ahli atau data historis. Aturan ini berbentuk "JIKA kondisi A DAN kondisi B, MAKA hasil C." Setiap aturan akan memiliki bobot tertentu yang menggambarkan pentingnya aturan tersebut dalam pengambilan keputusan.

c. *Fuzzyfikasi*

Ubah nilai-nilai *crisp* input menjadi nilai-nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya.

d. Penalaran *fuzzy*

Terapkan aturan *fuzzy* pada nilai-nilai *fuzzy input* untuk menghasilkan nilai-nilai *fuzzy output* berdasarkan hubungan yang telah ditentukan dalam aturan.

e. Komposisi

Jika terdapat aturan yang relevan, gabungkan nilai-nilai *fuzzy output* menggunakan operasi komposisi *fuzzy* seperti MIN, MAX atau rata-rata tertimbang.

f. Defuzzyfikasi

Ubah nilai-nilai *fuzzy* hasil komposisi menjadi nilai *crisp* sebagai hasil akhir dari pengambilan keputusan.

2.5 *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR berasal dari bahasa Inggris *Internal Rate of Return* disingkat IRR yang merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. IRR adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian suatu investasi dan membantu para investor atau pengusaha dalam menilai apakah suatu proyek atau investasi layak dilakukan [7][17]. IRR menggambarkan tingkat diskonto (tingkat pengurangan) yang membuat nilai sekarang dari arus kas masuk sama dengan nilai sekarang dari arus kas keluar, atau dengan kata lain investasi tidak memberikan keuntungan atau kerugian.

Tujuan utama penggunaan IRR adalah untuk membantu para pengusaha atau investor dalam mengidentifikasi proyek atau investasi yang menguntungkan. Dengan mengetahui IRR suatu proyek, investor dapat membandingkan antara beberapa proyek yang berbeda dan memilih yang memiliki IRR tertinggi, yang berarti memberikan tingkat pengembalian yang lebih baik.

2.5.1 Rumus *Internal Rate Of Return (IRR)*

Rumus matematis untuk menghitung IRR melibatkan perhitungan aljabar yang kompleks. Berikut adalah rumus IRR [18] :

$$IRR = \sum_{t=1}^t \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

C_t = *net cash inflow* selama periode t

r = tingkat diskonto

t = jumlah periode waktu

C_0 = total biaya investasi awal

2.5.2 Langkah – Langkah Menghitung *Internal Rate Of Return (IRR)*

a. Menyusun Data Arus Kas

Menyiapkan data arus kas masuk dan arus kas keluar pada masing-masing investasi. Data ini harus mencakup modal investasi awal (C_0) dan pendapatan (C_{t1} , C_{t2} ,, C_{tN}) dari investasi selama beberapa periode.

b. Membuka Program Spreadsheet

Membuka program spreadsheet seperti *Microsoft excel* dan masukkan data arus kas yang telah disiapkan pada sel-sel yang sesuai.

c. Menggunakan Fungsi IRR

Pada *Microsoft excel*, fungsi IRR dapat digunakan untuk menghitung IRR secara otomatis. Pilih sel dimana anda ingin menampilkan hasil IRR.

d. Menginterpretasikan Hasil

Setelah melakukan perhitungan, *excel* akan menampilkan hasil IRR pada sel yang telah ditentukan. Jika nilai IRR positif, artinya investasi tersebut menguntungkan dan memberikan tingkat pengembalian yang lebih tinggi dari tingkat diskonto yang digunakan. Sebaliknya jika nilai IRR negative, maka investasi tersebut tidak menguntungkan dan dapat menyebabkan kerugian.

2.6 Microsoft Excel

Microsoft excel adalah perangkat lunak *spreadsheet* yang kuat dan serbaguna yang digunakan untuk mengelola data, melakukan perhitungan matematis dan menganalisis informasi [19][20]. Dengan berbagai fitur dan fungsi yang disediakan *excel* memudahkan pengguna untuk mengelola informasi dan membuat keputusan berdasarkan data yang akurat dan terpercaya [21].

2.6.1 Fitur – Fitur Utama Dalam Microsoft Excel

a. *Spreadsheet* Berbasis Sel

Salah satu fitur utama *excel* adalah tampilan lembar kerja berbasis sel, dimana data diorganisir dalam bentuk baris dan kolom. Setiap sel berisi angka, teks, formula matematis, atau fungsi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan dan analisis data.

b. Fungsi Matematis dan Statistik

Excel menyediakan berbagai fungsi matematis dan statistik yang kuat seperti : *SUM*, *AVERAGE*, *COUNT*, *MAX*, *MIN* dan banyak lagi. Dengan fungsi – fungsi ini pengguna dapat melakukan perhitungan matematis dan menganalisis data dengan cepat dan akurat.

c. Grafik dan Visualisasi Data

Excel memungkinkan pengguna untuk membuat grafik dan diagram yang menarik untuk memvisualisasikan data dengan lebih mudah. Pengguna dapat memilih dari berbagai jenis grafik seperti : *bar chart*, *line chart*, *pie chart*, *area chart* dan lain-lain untuk mewakili data secara visual.

d. Analisis Data dengan *PivotTable*

PivotTable adalah fitur canggih di *excel* yang memungkinkan pengguna untuk merangkum, mengelompokkan dan menganalisis data dengan mudah. *PivotTable* memudahkan pengguna dalam menyajikan data yang kompleks menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami.

e. *Filter* dan *Sorting* Data

Excel memiliki fitur *filter* dan *sorting* yang memungkinkan pengguna untuk menyaring dan mengurutkan data berdasarkan kriteria tertentu. Fitur ini memudahkan pengguna untuk menemukan data yang dibutuhkan dan mengidentifikasi pola dalam data.

f. Atomisasi dengan *Macro*

Macro adalah serangkaian perintah atau tindakan yang dapat direkam dan dijalankan dalam *excel* dengan sekali klik. Dengan menggunakan *macro* pengguna dapat mengotomatisasi tugas-tugas berulang dan meningkatkan efisiensi kerja.

2.7 Singkong

Singkong (*Manihot esculenta*) adalah tanaman penting yang berasal dari Amerika Selatan dan telah menyebar ke berbagai wilayah tropis di seluruh dunia. Tanaman ini menjadi salah satu sumber pangan utama bagi jutaan orang, terutama di daerah tropis, karena tumbuh dengan baik di tanah yang kurang subur dan memiliki

potensi besar dalam memerangi kelaparan dan malnutrisi. Untuk memastikan hasil yang optimal dan kualitas yang baik, penting untuk mengenal ciri-ciri bibit singkong yang baik sebelum melakukan penanaman [22]. Dengan pengelolaan yang baik dan penerapan teknik pertanian yang tepat, potensi singkong sebagai komoditas pangan yang berharga akan semakin terwujud.

Singkong merupakan Akar pohon yang panjang dengan diameter fisik rata-rata 2-3 cm dan panjang 50-80 cm [2]. Daging umbinya berwarna putih atau kekuningan. Mengingat Kabupaten Lampung Tengah didukung oleh daerah pertanian, maka bahan ini sangat melimpah disana. lahan yang luas dan produktif dapat dilihat sebagaimana pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Singkong
(Sumber : Dinas Pertanian Lampung Tengah)

2.7.1 Karakteristik Tanaman Singkong

Singkong adalah tanaman yang mudah tumbuh dan memiliki beberapa karakteristik khusus. Berikut adalah karakteristik tanaman singkong [22]:

a. Tahan Kekeringan

Singkong memiliki toleransi tinggi terhadap kekeringan dan dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan musim kemarau yang panjang.

b. Akar Yang Kuat

Tanaman singkong memiliki akar yang dalam dan kuat, memungkinkannya untuk menyerap nutrisi dan air dengan baik dari dalam tanah.

c. Daun Berbentuk Tangan

Daun singkong berbentuk tangan dengan lima hingga tujuh lobus, membuatnya mudah dibedakan dari tanaman lain.

d. Umbi Akar

Bagian yang paling berharga dari tanaman singkong adalah umbi akar yang mengandung banyak karbohidrat dan nutrisi.

2.7.2 Ciri – Ciri Bibit Singkong Yang Baik

a. Umur Bibit yang tepat

Pilih bibit singkong yang berumur sekitar 4-6 bulan. Bibit yang terlalu muda atau terlalu tua dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen.

b. Bebas Penyakit

Pastikan bibit singkong yang akan ditanam bebas dari penyakit seperti tungro, cendawan, atau serangan hama lainnya.

c. Bentuk Umbi yang Baik

Pilih bibit singkong dengan bentuk umbi yang baik, simetris, dan berukuran seragam. Umbi yang baik akan menghasilkan produksi yang lebih konsisten.

d. Warna Kulit Umbi

Kulit umbi singkong yang sehat harus berwarna cerah, tidak terdapat bintik-bintik coklat, dan tidak rusak.

e. Ukuran Dan Berat Umbi

Pilih bibit singkong dengan ukuran dan berat umbi yang optimal. Umbi yang terlalu kecil mungkin tidak memberikan hasil yang memuaskan, sementara umbi yang terlalu besar mungkin lebih sulit untuk ditanam.

f. Tidak Berkecambah

Pastikan bibit singkong tidak berkecambah atau sudah mulai tumbuh daun, karena hal ini dapat mengurangi daya tumbuh dan hasil panen.

2.7.3 Singkong Sekoci

Singkong sekoci (*Ipomoea batatas*) adalah salah satu tanaman yang memiliki banyak keunikan dan manfaat bagi masyarakat di berbagai wilayah tropis dan subtropis. Singkong sekoci merupakan tanaman merambat yang tumbuh subur di tanah yang gembur dan subur. Batang tanaman ini biasanya berwarna hijau keunguan dengan permukaan yang licin. Daun singkong sekoci berbentuk hati dengan pangkal daun yang lebar dan ujung yang meruncing. Permukaan daun bergerigi, dan ukurannya bervariasi dari 5 hingga 15 cm, tergantung pada varietasnya. Daun-daun ini tersebar pada batang utama dan cabang-cabangnya. (sumber: <https://agrokomplekskita.com/macam-macam-bibit-unggulan-ubi-kayu-singkong-ketela-pohon>)

Tanaman ini mampu bertahan dalam kondisi tanah yang kurang subur, suhu tinggi, dan bahkan kekeringan. Akar tunggang yang kuat memungkinkan tanaman ini menjangkau lapisan tanah

yang lebih dalam untuk mencari air dan nutrisi, menjadikannya lebih tahan terhadap periode kekeringan. Selain itu, potensinya dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan dalam industri menjadikan singkong sekoci sebagai tanaman yang amat berharga bagi masa depan pertanian dan pangan global. Cara tanam bibit ini dapat terlihat sebagaimana pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. jarak tanam singkong sekoci
(sumber: <https://agrokompleskita.com/macam-macam-bibit-unggulan-ubi-kayu-singkong-ketela-pohon>)

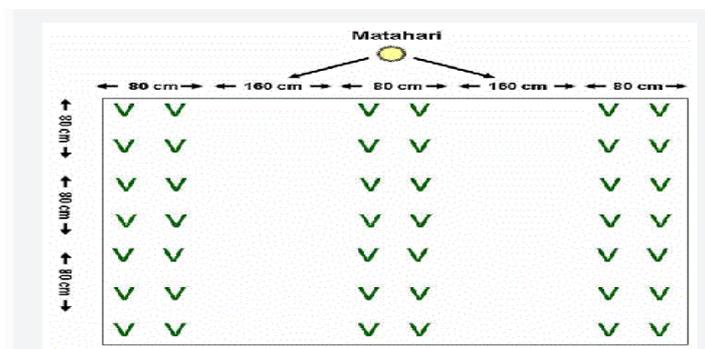
2.7.4 Singkong Kasesat UJ-45

Singkong Kasesat UJ-45 (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan salah satu varietas singkong yang menonjol dengan karakteristik unik dan potensi tinggi dalam mendukung keamanan pangan dan pertanian berkelanjutan. Salah satu karakteristik menonjol dari singkong kasesa adalah sistem akar yang kuat dan dalam. Tanaman ini tumbuh sebagai semak dengan batang yang tegak atau agak merambat. Daun-daunnya berbentuk lima hingga tujuh lobus, dengan tepi daun yang bergerigi. Ukuran daun bervariasi, tetapi umumnya mencapai panjang sekitar 10-20 cm dan lebar 8-15 cm. Daun-daunnya memiliki warna hijau yang cerah. Umbi singkong Kasesa berwarna putih hingga kuning muda, dengan tekstur yang halus.

Bentuk umbinya biasanya lonjong atau agak bulat, dan ukurannya bervariasi tergantung pada varietas dan kondisi pertumbuhan. Sistem akar yang kuat memungkinkan tanaman ini mengekstrak air dan nutrisi dari lapisan tanah yang lebih dalam, memungkinkan pertumbuhan yang baik bahkan di daerah dengan curah hujan yang rendah.

Singkong ini memiliki cara tanam system tanam rapat dengan jarak tanam 70x80 cm. Cara tanam ini memiliki banyak kelemahan yaitu penggunaan bahan tanaman dalam jumlah besar (18.000 tanaman/ha) dan produktifitas rendah (18-20 ton/ha). Namun, untuk system tanam double row mampu menghasilkan ubi kayu 50/60 ton/ha. (Sumber: (<http://yudi.sherlock-group.com/2014/05/ubi-uj-5-kasesat>)).

Adapun dalam penggunaan bibit unggul untuk singkong kasesa dalam double row yaitu setek untuk bibit tanaman yang diambil dengan usia lebih dari 8 bulan, jumlah bibit per hektar adalah 11.700 tanaman, panjang setek adalah 20 cm. Untuk jarak ubi kayu dengan baris pertama (160x80cm) dan baris kedua (80x80cm). Penjarangan baris dilakukan agar tanaman lebih banyak mendapatkan sinar matahari untuk proses potosintesa, sehingga pembentukan zat pati ubi kayu lebih banyak dan umbi besar-besar sebagaimana terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. jarak tanam singkong kasesat uj-45 system double row (Sumber : <http://yudi.sherlock-group.com/2014/05/ubi-uj-5-kasesat>)

2.7.5 Singkong Thailand

Singkong Thailand (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan salah satu varietas singkong yang memiliki karakteristik unik dan banyak manfaat. Singkong Thailand tumbuh sebagai semak dengan batang tegak yang memiliki tinggi bervariasi, tergantung pada varietas dan kondisi pertumbuhan. Daun-daunnya berbentuk lima hingga tujuh lobus dengan permukaan yang halus, dan daun-daun ini tersebar pada batang utama dan cabang-cabangnya. Umbi singkong memiliki warna kulit yang beragam, mulai dari putih hingga kuning keemasan. Dalam bagian dalam, umbi ini memiliki warna yang berbeda-beda tergantung pada varietasnya, seperti putih, kuning, atau oranye. (Sumber: [https://anekabudidaya.com/cara-menanam-tanaman singkong](https://anekabudidaya.com/cara-menanam-tanaman-singkong))

Singkong Thailand memiliki adaptasi yang baik terhadap kondisi kekeringan. Sistem akar yang kuat dan dalam memungkinkan tanaman ini mengekstrak air dan nutrisi dari lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang air. Hal ini membuatnya cocok untuk pertanian di daerah dengan musim kering yang panjang. Sesuai dengan namanya singkong ini berasal dari Thailand dengan usia panen 8-10 bulan tanam. Singkong Thailand ini memiliki cara tanam dengan system tanam rapat dengan jarak tanam 70x80cm, dan jarak baris 90-100cm, dengan pengambilan bibit yang tua dengan usia 10-12 bulan, dan cara tanam 1/3 dari panjang setek, Dengan dukungan riset dan pengembangan lebih lanjut, singkong Thailand memiliki potensi untuk memberikan kontribusi besar dalam mengatasi tantangan pangan dan pertanian di masa depan. Sebagaimana terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. jarak tanam singkong Thailand system rapat
(Sumber: <https://anekabudidaya.com/cara-menanam-tanaman-singkong>)

2.7.6 Singkong Garuda

Singkong Garuda (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan salah satu varietas singkong yang menonjol dengan karakteristik unik dan potensi besar dalam mendukung pertanian berkelanjutan serta penyediaan pangan yang berkualitas. Tanaman ini telah menjadi pilihan utama bagi banyak petani dan masyarakat di berbagai wilayah tropis, termasuk di Indonesia. Singkong Garuda tumbuh sebagai semak dengan batang tegak atau agak merambat. Daun-daunnya berbentuk lima hingga tujuh lobus, dan daun-daun ini tersebar pada batang utama serta cabang-cabangnya. Daun memiliki permukaan yang halus dengan tepi bergerigi. Umbi ini memiliki warna kulit yang bervariasi, mulai dari putih hingga kuning keemasan. Dalam bagian dalam, umbi memiliki warna putih yang cerah. (sumber : infobudidaya1.blogspot.com/2012/04/budidaya-ubi-roti.html).

Singkong Garuda memiliki adaptasi yang baik terhadap kondisi kekeringan. Sistem akar yang kuat memungkinkan tanaman ini menyerap air dan nutrisi dari lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang air.

Hal ini membuatnya cocok untuk pertanian di daerah dengan musim kering yang panjang. Singkong ini memiliki cara tanam yang usia bibitnya mencapai 8-11 bulan, dengan diameter 3 cm, batang lurus dan segar, panjang stek 25-30 cm, usahakan batang tidak terkelupas terutama pada bakal tunas, kondisi tanah gembur tidak becek dan tidak berair. Singkong ini memerlukan air pada pertumbuhan vegetatif yaitu usia 4-5 bulan. Jarak tanam yang diperlukan singkong ini adalah 100x100cm. Dengan dukungan riset dan pengembangan lebih lanjut, singkong Garuda memiliki potensi besar untuk lebih dioptimalkan dalam mengatasi tantangan pertanian dan pangan di masa depan. Dalam menghadapi perubahan iklim dan kebutuhan pangan yang terus meningkat, tanaman ini dapat menjadi solusi yang berharga dalam menyediakan sumber daya pangan yang lebih berkelanjutan. Seperti terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 jarak tanam singkong garuda 100x100 cm
(Sumber : infobudidaya1.blogspot.com/2012/04/budidaya-ubi-roti.html).

2.8 Tanah

Dalam konteks pertanian, tanah merupakan media tumbuh utama bagi tanaman dan tempat terjadinya berbagai proses biologis, kimia, dan fisik yang mendukung

kehidupan. Tanah adalah lapisan atas permukaan bumi yang terdiri dari mineral, bahan organik, air, dan udara. Tanah terbentuk melalui proses fisik, kimia, biologi, dan geologi yang melibatkan penguraian batuan dan bahan organik selama ribuan tahun. Tanah berfungsi sebagai tempat tumbuh tanaman, penyimpanan air, habitat mikroorganisme, serta mendukung berbagai siklus biogeokimia.

Luas wilayah Kabupaten Lampung Tengah diketahui seluas 4.659,37 km² berdasarkan hasil survey dari BAKOSURTANAL (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional) yang kemudian berubah menjadi BIG (Badan Informasi Geospasial), yang mencakup pendataan seluruh kecamatan. Kemudian sebagai konsekuensi dari survey yang dilakukan oleh BAKOSURTANAL dilakukan koreksi luas wilayah Kabupaten Lampung Tengah menjadi seluas 4.789,82 km² berdasarkan hasil survey ulang oleh Bappeda pada tahun 2008 dalam kegiatan membangun GIS untuk sumber daya alam (Sumber : [https:// web.lampungengahkab.go.id/gambaran-umum](https://web.lampungengahkab.go.id/gambaran-umum)). Berdasarkan tingkat kesuburannya, tanah dibedakan menjadi 3 macam atau jenis yakni dapat dijelaskan antara lain sebagai berikut : (1.) Tanah Subur (2.) Tanah Kurang Subur (3.) Tanah Tidak Subur.

2.8.1 Jenis-Jenis Tanah

Tingkat kesuburan tanah menjadi faktor kunci dalam menentukan produktivitas pertanian. Berbagai jenis tanah memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi kemampuannya untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan kelestarian lingkungan. Berikut adalah beberapa jenis tanah berdasarkan tingkat kesuburannya.

a. Tanah Subur

Karakteristik dari tanah subur ini adalah memiliki kandungan hara yang seimbang, struktur tanah yang baik, serta retensi air dan aerasi yang optimal. Kandungan unsur hara makro seperti *nitrogen* (N), *fosfor* (P), dan *kalium* (K) cenderung cukup tinggi. Parameter yang diukur meliputi

kandungan hara utama (N, P, K), pH tanah, dan kapasitas tukar kation (KTK). Tanah subur ideal untuk budidaya berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman pangan, sayuran, dan buah-buahan. Pertanian intensif pada tanah subur dapat meningkatkan produktivitas dan hasil panen yang berkualitas. beberapa jenis tanah subur antara lain :

1. Tanah vulkanik

Adalah tanah yang dihasilkan oleh letusan gunung berapi dikenal sebagai tanah vulkanik. Tiga jenis material padat, cair, dan gas yang siap dilepaskan saat gunung berapi meletus.

2. Tanah Podzolik

Adalah jenis tanah yang berasal dari batuan pasir kuarsa. Jenis tanah podzolik ini tersebar didaerah yang beriklim basah tanpa bulan kering dan curah hujan lebih dari 2.500 mm/tahun

3. Tanah Aluvial

Adalah jenis tanah yang dianggap masih muda (baru) yang diakibatkan oleh proses pengendapan aliran sungai didarat rendah atau lembah. Tanah alluvial pada umumnya memberi hasil seperti : (a.) Produksi padi (misalnya di daerah Karawang, Indramayu dan Delta Brantas); (b.) Produksi palawija dan tebu (Surabaya) yang tergolong cukup baik; (c.) Digunakan untuk usaha budidaya tambak perikanan bandeng dan gurami (daerah Gresik, Tegal dan Indramayu).

b. Tanah Subur Dengan Batasan

Tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang baik tetapi mungkin memiliki pembatasan tertentu, seperti drainase yang kurang baik atau risiko erosi. Penilaian meliputi analisis kimia tanah untuk mengidentifikasi unsur hara yang tersedia serta evaluasi fisik tanah seperti drainase. Tanah subur dengan batasan memerlukan manajemen khusus, seperti teknik drainase

yang tepat, untuk memaksimalkan produktivitasnya.

c. Tanah Sedang Subur

Tanah ini memiliki kandungan hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman, meskipun tidak sebaik tanah subur. Penilaian melibatkan analisis kimia untuk mengukur kandungan nutrisi utama serta evaluasi struktur tanah dan pH. Tanah sedang subur cocok untuk tanaman yang memerlukan nutrisi sedang, seperti beberapa jenis sayuran dan tanaman buah.

d. Tanah Kurang Subur

Tanah ini memiliki kandungan hara yang rendah dan memerlukan pemupukan tambahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Penilaian mencakup analisis kimia untuk mengidentifikasi kekurangan nutrisi serta evaluasi sifat fisik tanah. Tanah kurang subur memerlukan pemupukan yang bijak dan pemilihan tanaman yang sesuai. Adapun ciri-ciri dari tanah kurang subur yaitu derajat keasaman (pH) tanah sangat tinggi, kandungan mineral sangat sedikit, tanah mengandung plastik dan bahan lain yang tidak dapat diuraikan, pertumbuhan mikroorganisme dan jamur tidak ada, unsur hara tanah hilang. Beberapa jenis tanah kurang subur antara lain :

1. Tanah kapur

Jenis tanah yang berasal dari batuan induk batu kapur yang mengalami proses pelapukan. Jenis tanah kapur ini cocok untuk ditanami palawija, stepa, sabana dan tanaman jati. Tanah kapur tersebar diperbukitan kapur Sumatera Selatan, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan.

e. Tanah Tidak Subur

Tanah ini memiliki kandungan hara yang sangat rendah dan mungkin tidak cocok untuk pertanian tanpa rehabilitasi yang intensif. Tanah tidak subur memerlukan perbaikan melalui strategi rehabilitasi seperti pemupukan

organik, amandemen tanah, atau perubahan budidaya. Adapun ciri dari tanah tidak subur antara lain : sedikit vegetasi, ph asam atau basa, sedikit organisme tanah, rendah humus, dan tekstur keras (Sumber : <https://distan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/jenis-dan-tingkat-kesuburan-tanah-41>). Beberapa jenis tanah tidak subur sebagai berikut :

1. Tanah Laterit

Adalah Kelas tanah yang sangat aus dikenal sebagai tanah laterit. oksida besi dan aluminium terkonsentrasi dan terhidrasi untuk menghasilkan zat ini. Tanah laterit hadir dalam berbagai warna, dari merah hingga coklat hingga kuning. Mereka berbutir halus, bertekstur ringan, dan disemen dengan baik. Karakteristik tanah laterit yaitu Jika tanahnya kering, sifatnya keras, sulit ditembus, dan sangat sulit dimodifikasi.

2.9 Penelitian Terdahulu

Untuk mendapatkan bahan pembandingan dan referensi yang digunakan penelitian terdahulu. Maka peneliti memasukkan temuan dari penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
1.	Graha Perkasa,Dkk 2021	Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode <i>Tsukamoto</i>	<i>Fuzzy, Tsukamoto</i>	untuk menentukan faktor penentu resiko hanger masuk <i>maintenance</i> adalah berdasarkan Jumlah permintaan perbaikan dari bagian produksi, baik itu <i>overhaul</i> , pembuatan, atau perawatan, tingkat kesulitan pengerjaan hanger itu sendiri dalam proses <i>maintenance</i> .	metode <i>tsukamoto</i> dalam pencarian persentase tingkat risiko masuk <i>maintenance</i> memuat hasil perhitungan dan pengambilan keputusan menjadi lebih baik, dalam segi proses kecepatan perhitungan, keakuratan hasil persentase, dan ketepatan dalam pengambilan keputusan.	Mencari persentase tingkat risiko hanger masuk <i>maintenance</i> , dalam proses perhitungannya tidak bisa dilakukan secara langsung, karena ada variabel terkait yang harus dicari terlebih dahulu, yaitu variabel persentase tingkat kebutuhan hanger. Mengetahui

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
2.	Ernita Situmorang, dan Fristi Rindari, 2019	<i>Decision Support System For Selection Of The Best Doctors In Sari Mutiara Hospital Using Fuzzy Tsukamoto Method</i>	Metode <i>fuzzy tsukamoto</i>	untuk pemilihan dokter terbaik yang dapat membantu pemilihan dokter obgyn terbaik menggunakan metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> dengan menjabarkan kode etik kedokteran, pendidikan, sistem pelayanan, dan masa kerja. Dan melakukan <i>fuzzyfikasi</i> dan <i>defauzzyfikasi</i> sesuai aturan pada metode Tsukamoto.	Metode <i>Tsukamoto</i> dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan dalam menentukan dokter terbaik dan mempermudah rumah tangga untuk memilih dokter terbaik.	Untuk peneliti selanjutnya agar menambahkan kriteria-kriteria dalam pemilihan dokter terbaik pada rumah sakit tersebut.
3.	Yusrianti Sihombing,Dkk 2020.	Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Bibit Semangka Menggunakan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	Metode <i>fuzzy Tsukamoto</i>	melalui proses sistem pendukung keputusan data bibit semangka akan diurutkan dari nilai tertinggi sampai nilai terendah kemudian akan dirangking maka dari itu balai penyuluhan pertanian dolok masihul akan memilih rangking tertinggi sejumlah dengan yang dibutuhkan para petani.	penerapan metode <i>fuzzy tsukamoto</i> dilakukan dengan menjadikan variabel jumlah bibit, lama panen, dan berhasil panen sebagai kriteria penilaian.	Kekurangan dari penelitian ini yaitu belum dilengkapi fitur <i>import/eksport file excel, system</i> belum dikembangkan secara online, belum dilengkapi fitur pengelolaan bibit semangka.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
4.	Andik Setyono, Siti Nur Aen, 2018	<i>Development of decision support system for ordering goods using fuzzy tsukamoto</i>	Metode Fuzzy Tsukamoto	Hasil dari penerapan <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) dengan menggunakan metode <i>Tsukamoto</i> dapat menentukan jumlah pemesanan barang yang terdapat 3 langkah yaitu <i>fuzzifikasi</i> , <i>inferensi</i> dan <i>defuzzifikasi</i> . Sistem yang dikembangkan dibuat untuk memprediksi jumlah pemesanan barang pada suatu perusahaan retail, sehingga dapat berjalan dengan efisien.	sistem dapat digunakan untuk menghemat waktu dalam menentukan jumlah pemesanan barang.	Di masa depan, <i>variabel fuzzy</i> dapat digunakan untuk input lebih dari 3 variabel, ini akan menghasilkan lebih baik ketika variabelnya lebih kompleks.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
5.	Ria Iswandari, et al, 2021	Analisis Peramalan Produksi Singkong Dan Kelayakan Finansial Agroindustri Mocaf Di Provinsi Lampung	<i>Metode Linier Regression, Moving Average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing, Eksponential Smoothing With Trend, Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Net Persent Value (NPV), Internal Rate Of Return (IRR), Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio), Payback Periode.</i>	Hasil analisis metode <i>Linear Regression</i> menunjukkan bahwa metode ini yang paling tepat digunakan untuk peramalan produksi singkong Provinsi Lampung dengan memperoleh nilai MAD, MSE, dan MAPE terkecil yaitu sebesar 487.479,10, 330.330.700.000, dan 8% hasil peramalan produksi singkong tahun 2019 sebesar 5.416.624 ton. Dan hasil analisis kelayan finansial yang menunjukan angka positif pada nilai NPV Rp 64.169.879.188, IRR 68,8629%, perhitungan PBP menghasilkan modal kembali pada 2 tahun 1 bulan angka <i>B/C ratio</i> >1, maka agroindustri mocaf ini layak untuk dijalankan.	Berdasarkan perhitungan analisis nilai finansial untuk NPV dan IRR layak untuk dijalankan dan menghasilkan modal kembali pada 2 tahun 1 bulan.	Untuk peneliti selanjutnya dapat menambahkan tahun untuk data yang diperlukan dalam perhitungan analisis peramalan dan kelayakan finansial.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
6.	Asep Bayu Dani Nandiyantoa,Dkk 2020	<i>Techno-economic analysis for the production of LaNi5 particles</i>	teori <i>Synthesis of LaNi5 Materials, Energy and mass balance</i> , evaluasi ekonomi (GMP, PBP, BEP, CNPV, PI, IRR dan ROI),parameter dalam evaluasi ekonomi.	Analisis ekonomi dari GPM, PBP, BEP, CNPV, dan PI menunjukkan hasil positif, sedangkan IRR dan ROI menunjukkan hasil negatif, ini menunjukkan bahwa proyek dapat diterima untuk produksi skala besar, tetapi tampaknya kurang menarik bagi investor industri.	Analisis teknik memberikan informasi bahwa proyek CR dan CPR prospektif untuk dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan komersial.	Hanya dalam lingkungan ekonomi tertentu kedua strategi itu menguntungkan. Pekerjaan ini mencontohkan nilai proyek dalam membantu praktisi industri untuk pengembangan lanjutan.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
7.	Ramona Purba, Sunggito Oyama, Muhammad Fairuzabadi, 2021.	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Salak Kualitas Super dengan Metode <i>Fuzzy</i> (Studi Kasus : Kebun Salak Bapak Ertawan di Desa Perugaian)	Metode <i>Fuzzy</i>	Hasil pengujian sistem pendukung keputusan pemilihan bibit salak kualitas super menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan layak. Hal ini dapat dilihat dengan perolehan nilai uji coba pada tampilan program yang memperoleh nilai sebesar 67% untuk jawaban menarik, nilai 57% pada uji coba kemudahan menjalankan sistem dengan jawaban sangat mudah. Jawaban sangat baik sebesar 53% pada ujicoba kinerja sistem, sedangkan pada manfaat program jawaban sangat bermanfaat sebesar 60%.	Di perkebunan salak milik Pak Ertawan, sudah ada sistem pendukung keputusan pemilihan bibit salak kualitas super. Sistem ini dapat digunakan untuk memberikan informasi hasil perhitungan yang dilakukan untuk menentukan kualitas benih salak.	Untuk memaksimalkan hasil, metode penghitungan untuk sistem pendukung keputusan dapat dirancang dengan menggabungkan atau menambahkan pendekatan yang berbeda, serta menambahkan kriteria-kriteria.

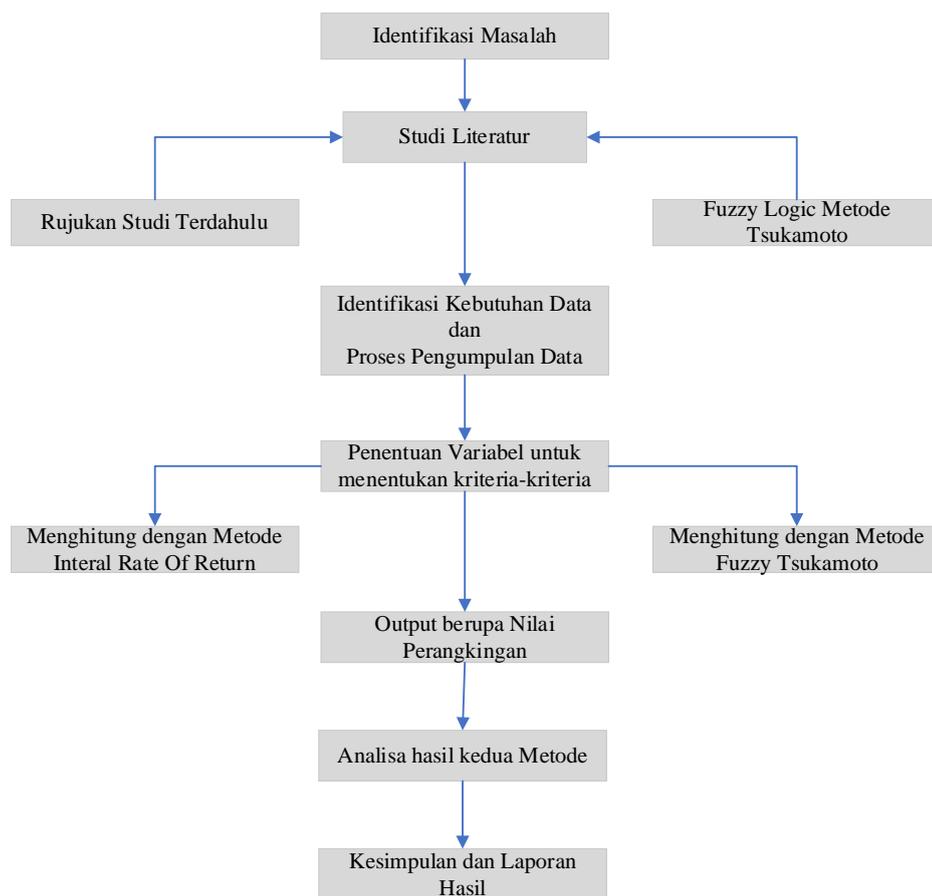
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Lanjutan

No	Nama	Judul	Metode Penelitian	Hasil	Kelebihan	Kekurangan
8.	Lei Wang, Harish Garg, 2021	<i>Algorithm for Multiple Attribute Decision-Making with Interactive Archimedean Norm Operations Under Pythagorean Fuzzy Uncertainty</i>	<i>Pythagorean fuzzy</i>	merancang sebuah algoritma untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan atribut ganda dengan ketidakpastian <i>fuzzy Pythagoras</i> dan menjelaskan pemanfaatannya dengan contoh numerik	keunggulan pendekatan <i>Pythagorean fuzzy</i> yang dibangun adalah dengan cara membandingkan dengan pendekatan-pendekatan yang relevan.	(1) Tidak mempertimbangkan keterkaitan antara input PFN; (2) Hasil agregat hasilnya relatif rumit dengan menggunakan operator yang diusulkan.

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan dalam alur penelitian. Alur penelitian menggambarkan tahapan dari penelitian mulai dari awal sampai tahap akhir. Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan sebagaimana digambarkan dalam alur penelitian pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Way Pengubuan Lampung Tengah. Waktu penelitian dilakukan dari bulan November 2022 sampai dengan bulan Desember 2023.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan dengan pengumpulan data-data yang ada di kecamatan way pengubuan tersebut. Semua tahap pada proses pengumpulan data-data tersebut diperoleh dari hasil studi pustaka, observasi dan wawancara.

3.3.1. Studi Literatur

Untuk melakukan persiapan penelitian, diperlukan teori-teori dan konsep yang dapat memperkuat penyelesaian permasalahan yang diangkat pada laporan. Studi Literatur yang diperoleh peneliti antara lain dengan mempelajari jurnal-jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas serta mendapatkan dasar-dasar referensi yang kuat dalam menerapkan suatu metode yang akan digunakan dalam tesis ini.

3.3.2. Wawancara (*Interview*)

Proses wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan Dinas Pertanian, untuk mendapatkan informasi tentang Jenis tanah, Petani Singkong untuk mengetahui hasil tonase per hektar, seluruh pembiayaan dan perawatan singkong berdasarkan jenis bibit singkongnya serta karyawan pabrik singkong.

3.3.3. Pengamatan (*Observasi*)

Observasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang efektif untuk mempelajari suatu sistem. Hal ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap bibit singkong yang unggul.

3.4 Kriteria Dan Indikator

Berikut ini adalah tabel kriteria yang dapat digunakan dalam sistem penunjang keputusan (SPK) untuk menentukan bibit singkong menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dan IRR yang dapat dilihat pada tabel 3.1 kriteria dan indikator linguistik di bawah ini.

Tabel 3.1 Kriteria dan Indikator Linguistik

Kriteria	Variabel Lingkup	Nilai Linguistik
1. Harga Bibit Singkong	Harga (dalam mata uang)	1: Murah, 2: Mahal
2. Produktivitas	Hasil (dalam ton)	1: Rendah, 2: Tinggi
3. Ketersediaan Bibit	Ketersediaan (dalam unit)	1: Langka, 2: Melimpah
4. Keuntungan Finansial (IRR)	Tingkat IRR (%)	1: Rendah, 2: Tinggi
5. Modal Produksi	Modal Perawatan	1: Rendah, 2: Tinggi
6. Harga Singkong	Harga Pasar	1: Rendah, 2: Tinggi
7. Lama Investasi	Waktu (dalam bulan/tahun)	1: Pendek, 2: Panjang
8. Potongan tonase	Potongan Timbangan (%)	1: Kecil, 2: Besar

Tabel 3.2 Kriteria dan Indikator biaya-biaya

Sasaran	Kriteria	Sub-Kriteria	Alternatif
Implementasi <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Dan <i>Internal Rate Of Return</i> (IRR) dalam Penentuan Bibit Singkong Yang Tepat Untuk Wilayah Lampung Tengah	Biaya Bajak	500000 – 1000000 (rendah) 1000000 – 1500000 (sedang) > 1500000 (tinggi)	Singkong Sekoci, Kasesat UJ-5, Garuda, Thailand
	Biaya Pemupukkan	1000000 – 1500000 (rendah) 1500000 – 2000000 (sedang) > 1500000 (tinggi)	
	Biaya Perawatan	500000 – 1000000 (rendah) 1000000- 1500000 (sedang) > 1500000 (tinggi)	
	Tonase Hasil Panen	< 16000 (rendah) 16000 – 30000 (sedang) >30000 (tinggi)	
	Usia Tanaman	< 6 bulan (muda) 6 – 10 bulan (sedang) < 10 bulan (tua)	

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berbentuk tabel berikut dapat digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian mengenai sistem penunjang keputusan (SPK) untuk menentukan bibit singkong menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dan *Internal Rate of Return (IRR)*. Responden dapat memberikan penilaian pada kriteria-kriteria yang relevan seperti pada tabel 3.3 instrumen penilaian di bawah ini.

Tabel 3.3 Instrumen Penelitian

No.	Kriteria	Variabel Lingkup dan Pertanyaan	Nilai (1-2)
1.	Harga Bibit Singkong	Harga bibit singkong yang Anda anggap wajar (dalam mata uang)? (1-2)	
2.	Produktivitas	Berapa ton hasil panen yang Anda harapkan dari bibit singkong ini? (1-2)	
3.	Ketersediaan Bibit	Berapa banyak bibit singkong yang tersedia untuk Anda? (1-2)	
4.	Keuntungan Finansial (IRR)		
	a. Tingkat IRR	Berapa tingkat IRR yang Anda targetkan atau harapkan dari investasi ini? (%)	
5.	Modal produksi		
	a.Modal perawatan	Seberapa banyak anda mengeluarkan biaya untuk modal singkong ini? (1-2)	
6.	Harga Singkong	Sejauh mana bibit singkong ini sesuai dengan kebutuhan pasar atau permintaan konsumen? (1-2)	
7.	Lama investasi	Berapa lama bibit singkong ini dapat dipanen? (1-2)	
8.	Potongan tonase	Berapa besarkan potongan timbangan dari singkong ini? (1-2)	

3.5.1. Pemilihan Prioritas Kriteria

Berikut ini adalah bobot (persentase) untuk setiap kriteria berdasarkan tingkat kepentingan (prioritas). Untuk total bobot nilainya adalah 100%.

Tabel 3.4 Prioritas Kriteria

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	
2	Produktivitas	
3	Ketersediaan Bibit	
4	Keuntungan Finansial (IRR)	
5	Modal Produksi	
6	Harga Singkong	
7	Lama Investasi	
8	Potongan Tonase	

3.6 Pengujian Analisis

3.6.1 Metode *Internal Of Return (IRR)*

Berikut ini adalah langkah-langkah teknik analisis data dalam pengujian metode *Internal Rate Of Return (IRR)*.

1.6.1.1 Pengujian Data Input

Berikut ini adalah data input yang dimasukkan ke dalam sistem SPK sesuai dan benar. Data mentah dengan singkong sekoci modal kecil yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	4830+4980+6370	16.180	16.180
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.750.600	2.750.600
			potongan tonase	26% (kg)	4.207	4.207
			usia	10 bulan		
			nilai jual	770	770	12.458.600

Berikut ini data mentah dengan singkong kasesat Uj-45 modal kecil yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Tuti	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	5210+5025+3560	13.795	13.795
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.345.150	2.345.150
			potongan tonase	16% (kg)	2.207	2.207
			usia	9 bulan		
			nilai jual	770	770	10.622.150

Berikut ini data mentah dengan singkong garuda modal kecil yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3.7 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Asep	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4160+3417+5542	13.119	13.119
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.230.230	2.230.230
			potongan tonase	26% (kg)	3.411	3.411
			usia	10 bulan		
			nilai jual	770	770	10.101.630

Berikut ini data mentah dengan singkong thailand modal kecil yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.8

Tabel 3.8 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Iksan	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	4310+4266+4997	13.573	13.573
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.307.410	2.307.410
			potongan tonase	26% (kg)	3.529	3.529
			usia	8 bulan		
			nilai jual	770	770	10.451.210

Berikut ini data mentah dengan singkong sekoci modal sedang yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.9

Tabel 3.9 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	6510+5401+5676+5603	23.190	23.190
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.942.300	3.942.300
			potongan tonase	26% (kg)	6.029	6.029
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	36.640.200

Berikut ini data mentah dengan singkong kasesat Uj-45 modal sedang yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.10

Tabel 3.10 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Anda	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	2533+2792+5823+3502	14.650	14.650
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.490.500	2.490.500
			potongan tonase	16% (kg)	2.344	2.344
			usia	9 bulan		
			nilai jual	1580	1580	23.147.000

Berikut ini data mentah dengan singkong garuda modal sedang yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.11

Table 3.11 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Nur	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4160+3417+5542+4480	17.599	17.599
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000

Tabel 3.11 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Sedang Lanjutan

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.991.830	2.991.830
			potongan tonase	26% (kg)	4.576	4.576
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	27.806.420

Berikut ini data mentah dengan singkong garuda modal sedang yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.12

3.12 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Asep	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	6804+3108+4320+4352	18.584	18.584
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.159.280	3.159.280
			potongan tonase	26% (kg)	4.832	4.832
			usia	8 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	29.362.720

Berikut ini adalah data mentah dengan singkong sekoci modal besar yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.13

3.13 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Tuti	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	4456+4667+4165+5823+5542+4480	29.133	29.133
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.952.610	4.952.610
			potongan tonase	26% (kg)	7.575	7.575
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	32.483.295

Berikut ini adalah data mentah dengan singkong kasesat Uj-45 modal besar yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.14

3.14 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Tuti	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	3108+3417+3502+4497+5219+2792	23.035	23.035
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.915.950	3.915.950
			potongan tonase	26% (kg)	5.989	5.989
			usia	9 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	25.684.025

Berikut ini adalah data mentah dengan singkong garuda modal besar yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.15

3.15 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Rustam	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4166+4320+4266+5576+3713+4440	26.481	26.481
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.501.770	4.501.770
			potongan tonase	26% (kg)	6.885	6.885
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	29.526.315

Berikut ini adalah data mentah dengan singkong thailand modal besar yang diperoleh dari data lapangan dapat dilihat pada tabel 3.16

3.16 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Rustam	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	2533+5550+6804+3690+2950+5620	27.147	27.147
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.614.990	4.614.990

3.16 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Besar Lanjutan

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
			potongan tonase	26% (kg)	7.058	7.058
			usia	8 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	30.268.905

3.6.1.2 Pengujian Kalkulasi IRR

1. Perhitungan IRR:

Hitung nilai IRR berdasarkan data input yang diberikan. IRR adalah tingkat pengembalian yang diharapkan dari investasi dalam bibit singkong berdasarkan biaya (harga bibit), hasil panen (produktivitas), dan waktu pengembalian (lama investasi).

Verifikasi bahwa perhitungan IRR berjalan dengan benar. Misalnya, bahwa hasil perhitungan IRR untuk investasi dalam bibit singkong dengan harga Rp. 6.000, Rp. 10.000 dan Rp. 12.000 per bibit dan hasil panen singkong. Berikut untuk mencari nilai IRR pada bibit singkong dengan modal kecil, sedang dan besar dengan rumus sebagai berikut.

$$IRR = \sum_{t=1}^t \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Keterangan :

C_t = net cash inflow selama periode t

r = tingkat diskonto

t = jumlah periode waktu

C_0 = total biaya investasi awal

A. Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Kecil

Diketahui data table 3.5 berikut:

Tabel 3.5 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	4830+4980+6370	16.180	16.180
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.750.600	2.750.600
			potongan tonase	26% (kg)	4.207	4.207
			usia	10 bulan		
			nilai jual	770	770	12.458.600

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 800.000+ Rp. 500.000+ Rp. 800.000+ Rp. 2.750.000

= Rp. 4.850.600

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 10.000 x 100) + Rp. 4.850.600

= Rp. 5.850.600

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

$$\begin{aligned} &= \text{pendapatan penj. Panen} - \text{investasi awal} \\ &= \text{Rp. } 12.458.600 - \text{Rp. } 5.850.600 \\ &= \text{Rp. } 6.608.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IRR (\%)} &= \text{aliran kas} / 100\% \\ &= 6,6 / 100\% \\ &= 7\% \end{aligned}$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.17

Tabel 3.17 Hasil IRR Bibit Singkong Sekoci Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000	4.850.600	5.850.600	12.458.600	6.608.000	7
			hasil panen	4830+4980+6370	16.180	16.180					
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000					
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000					
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.750.600	2.750.600					
			potongan tonase	26% (kg)	4.207	4.207					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	770	770	12.458.600					

B. Bibit Singkong Kasesat UJ-45 Dengan Modal Kecil

Diketahui data table 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Tuti	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	5210+5025+3560	13.795	13.795
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.345.150	2.345.150
			potongan tonase	16% (kg)	2.207	2.207
			usia	9 bulan		
			nilai jual	770	770	10.622.150

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya perawatan} + \text{biaya bajak} + \text{biaya pupuk} + \text{biaya panen} \\
 &= \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 500.000 + \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 2.345.150 \\
 &= \text{Rp. } 4.445.150
 \end{aligned}$$

IRR untuk mencari investasi awal

$$\begin{aligned}
 &= \text{harga bibit (nilai satuan x data lapangan)} + \text{biaya produksi} \\
 &= \text{harga bibit (Rp. } 10.000 \times 100) + \text{Rp. } 4.445.150 \\
 &= \text{Rp. } 5.445.150
 \end{aligned}$$

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

$$\begin{aligned}
 &= \text{pendapatan penj. Panen} - \text{investasi awal} \\
 &= \text{Rp. } 10.622.150 - \text{Rp. } 5.445.150 \\
 &= \text{Rp. } 5.117.000
 \end{aligned}$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\% = 5,2 / 100\% = 5\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.18

Tabel 3.18 Hasil IRR Bibit Singkong Kasesat UJ-45 Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
3	Tuti	singkong Kasesat UJ-45	harga bibit	10000	100	1.000.000	4.445.150	5.445.150	10.622.150	5.117.000	5
			hasil panen	5210+5025+3560	13.795	13.795					
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000					
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000					
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.345.150	2.345.150					
			potongan tonase	16% (kg)	2.207	2.207					
			usia	9 bulan							
			nilai jual	770	770	10.622.150					

C. Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Kecil

Diketahui data table 3.7 berikut:

Tabel 3.7 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Asep	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4160+3417+5542	13.119	13.119
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.230.230	2.230.230
			potongan tonase	26% (kg)	3.411	3.411
			usia	10 bulan		
			nilai jual	770	770	10.101.630

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya perawatan} + \text{biaya bajak} + \text{biaya pupuk} + \text{biaya panen} \\
 &= \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 500.000 + \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 2.230.230 \\
 &= \text{Rp. } 4.330.230
 \end{aligned}$$

IRR untuk mencari investasi awal

$$\begin{aligned}
 &= \text{harga bibit (nilai satuan x data lapangan)} + \text{biaya produksi} \\
 &= \text{harga bibit (Rp. } 12.000 \times 100) + \text{Rp. } 4.330.230 \\
 &= \text{Rp. } 5.530.230
 \end{aligned}$$

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

$$\begin{aligned}
 &= \text{pendapatan penj. Panen} - \text{investasi awal} \\
 &= \text{Rp. } 10.101.630 - \text{Rp. } 5.530.230 \\
 &= \text{Rp. } 4.571.400
 \end{aligned}$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\% = 4,6 / 100\% = 5\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.19

Tabel 3.19 Hasil IRR Bibit Singkong Garuda Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
3.	Asep	singkong Garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000	4.330.230	5.530.230	10.101.630	4.571.400	5
			hasil panen	4160+3417+5542	13.119	13.119					
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000					
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000					
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.230.230	2.230.230					
			potongan tonase	26% (kg)	3.411	3.411					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	770	770	10.101.630					

D. Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Kecil

Diketahui data table 3.8 berikut:

Tabel 3.8 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Iksan	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	4310+4266+4997	13.573	13.573
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.307.410	2.307.410
			potongan tonase	26% (kg)	3.529	3.529
			usia	8 bulan		
			nilai jual	770	770	10.451.210

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

$$= \text{Biaya perawatan} + \text{biaya bajak} + \text{biaya pupuk} + \text{biaya panen}$$

$$= \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 500.000 + \text{Rp. } 800.000 + \text{Rp. } 2.307.410$$

$$= \text{Rp. } 4.407.410$$

IRR untuk mencari investasi awal

$$= \text{harga bibit (nilai satuan x data lapangan)} + \text{biaya produksi}$$

$$= \text{harga bibit (Rp. } 6.000 \times 100) + \text{Rp. } 4.407.410$$

$$= \text{Rp. } 5.007.410$$

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

$$= \text{pendapatan penj. Panen} - \text{investasi awal}$$

$$= \text{Rp. } 10.451.210 - \text{Rp. } 5.007.410$$

$$= \text{Rp. } 5.443.800$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\% = 5,44 / 100\% = 5\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.20

Tabel 3.20 Hasil IRR Bibit Singkong Thailand Modal Kecil

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
4.	Iksan	singkong Thailand	harga bibit	6000	100	600.000	4.407.410	5.007.410	10.451.210	5.443.800	5
			hasil panen	4310+4266+4997	13.573	13.573					
			biaya perawatan	400000 (2x semprot)	800.000	800.000					
			biaya bajak	125000 (1/4 h)	500.000	500.000					
			biaya pupuk	800000 (1x)	800.000	800.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.307.410	2.307.410					
			potongan tonase	26% (kg)	3.529	3.529					
			usia	8 bulan							
			nilai jual	770	770	10.451.210					

E. Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Sedang

Diketahui data table 3.9 berikut:

Tabel 3.9 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	6510+5401+5676+5603	23.190	23.190
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.942.300	3.942.300
			potongan tonase	26% (kg)	6.029	6.029
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	36.640.200

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.000.000+ Rp. 1.200.000+ Rp. 1.600.000+ Rp. 3.942.300

= Rp. 7.942.300

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 10.000 x 100) + Rp. 7.942.300

= Rp. 8.942.300

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

= Rp. 36.640.200 – Rp. 8.942.300

= Rp. 27.697.900

$$\begin{aligned}\text{IRR (\%)} &= \text{aliran kas} / 100\% \\ &= 27,69 / 100\% \\ &= 28\%\end{aligned}$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.21

Tabel 3.21 Hasil IRR Bibit Singkong Sekoci Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
1.	Teguh	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000	7.942.300	8.942.300	36.640.200	27.697.900	28
			hasil panen	6510+5401+5676+5603	23.190	23.190					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000					
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.942.300	3.942.300					
			potongan tonase	26% (kg)	6.029	6.029					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	1580	1.580	36.640.200					

F. Bibit Singkong Kasesat Uj-45 Dengan Modal Sedang

Diketahui data table 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Anda	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	2533+2792+5823+3502	14.650	14.650
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.490.500	2.490.500
			potongan tonase	16% (kg)	2.344	2.344
			usia	9 bulan		
			nilai jual	1580	1580	23.147.000

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.200.000+ Rp. 1.600.000+ Rp. 2.490.500

= Rp. 6.490.500

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 10.000 x 100) + Rp. 6.490.500

= Rp. 7.490.500

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

$$\begin{aligned} &= \text{pendapatan penj. Panen} - \text{investasi awal} \\ &= \text{Rp. } 23.147.000 - \text{Rp. } 7.490.500 \\ &= \text{Rp. } 15.656.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IRR (\%)} &= \text{aliran kas} / 100\% \\ &= 15,65 / 100\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.22

Tabel 3.22 Hasil IRR Bibit Singkong Kasesat UJ-45 Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
2.	Anda	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000	6.490.500	7.490.500	23.147.000	15.656.500	16
			hasil panen	2533+2792+5823+3502	14.650	14.650					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000					
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.490.500	2.490.500					
			potongan tonase	16% (kg)	2.344	2.344					
			usia	9 bulan							
			nilai jual	1580	1580	23.147.000					

G. Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Sedang

Diketahui data table 3.11 berikut:

Table 3.11 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Nur	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4160+3417+5542+4480	17.599	17.599
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.991.830	2.991.830
			potongan tonase	26% (kg)	4.576	4.576
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	27.806.420

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.200.000+ Rp. 1.600.000+ Rp. 2.991.830

= Rp. 6.991.830

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 12.000 x 100) + Rp. 6.991.830

= Rp. 8.191.830

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

$$= \text{Rp. } 27.806.420 - \text{Rp. } 8.191.830$$

$$= \text{Rp. } 19.614.590$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\%$$

$$= 19,6 / 100\%$$

$$= 20\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.23

Tabel 3.23 Hasil IRR Bibit Singkong Garuda Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
3.	Nur	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000	6.991.830	8.191.830	27.806.420	19.614.590	20
			hasil panen	4160+3417+5542+4480	17.599	17.599					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000					
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	2.991.830	2.991.830					
			potongan tonase	26% (kg)	4.576	4.576					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	1580	1.580	27.806.420					

H. Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Sedang

Diketahui data table 3.12 berikut:

3.12 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Asep	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	6804+3108+4320+4352	18.584	18.584
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.159.280	3.159.280
			potongan tonase	26% (kg)	4.832	4.832
			usia	8 bulan		
			nilai jual	1580	1.580	29.362.720

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.200.000+ Rp. 1.600.000+ Rp. 3.159.280

= Rp. 7.159.280

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 6.000 x 100) + Rp. 7.159.280

= Rp. 7.759.280

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

$$= \text{Rp. } 29.362.720 - \text{Rp. } 7.759.280$$

$$= \text{Rp. } 21.603.440$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\%$$

$$= 21,6 / 100\%$$

$$= 22\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.24

Tabel 3.24 Hasil IRR Bibit Singkong Thailand Modal Sedang

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
4.	Asep	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000	7.159.280	7.759.280	29.362.720	21.603.440	22
			hasil panen	6804+3108+4320+4352	18.584	18.584					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	300000 (1/4 h)	1.200.000	1.200.000					
			biaya pupuk	800000 (2x)	1.600.000	1.600.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.159.280	3.159.280					
			potongan tonase	26% (kg)	4.832	4.832					
			usia	8 bulan							
			nilai jual	1580	1.580	29.362.720					

I. Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Besar

Diketahui data table 3.13 berikut:

3.13 Data Lapangan Singkong Sekoci Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
1.	Tuti	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	4456+4667+4165+5823+5542+4480	29.133	29.133
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.952.610	4.952.610
			potongan tonase	26% (kg)	7.575	7.575
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	32.483.295

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.500.000+ Rp. 2.400.000+ Rp. 4.952.610

= Rp. 10.052.610

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 10.000 x 100) + Rp. 10.052.610

= Rp. 11.052.610

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

= Rp. 32.483.295 – Rp. 11.052.610

= Rp. 21.430.685

IRR (%) = aliran kas / 100%

= 21,43/ 100%

= 21%

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.25

Tabel 3.25 Hasil IRR Bibit Singkong Sekoci Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
1.	Tuti	singkong sekoci	harga bibit	10000	100	1.000.000	10.052.610	11.052.610	32.483.295	21.430.685	21
			hasil panen	4456+4667+4165+5823+ 5542+4480	29.133	29.133					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000					
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.952.610	4.952.610					
			potongan tonase	26% (kg)	7.575	7.575					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	1115	1.115	32.483.295					

J. Bibit Singkong Kasesat UJ-45 Dengan Modal Besar

Diketahui data table 3.14 berikut:

3.14 Data Lapangan Singkong Kasesat UJ-45 Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
2.	Tuti	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000
			hasil panen	3108+3417+3502+4997+5219+2792	23.035	23.035
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.915.950	3.915.950
			potongan tonase	26% (kg)	5.989	5.989
			usia	9 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	25.684.025

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.500.000+ Rp. 2.400.000+ Rp. 3.915.950

= Rp. 9.015.950

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 10.000 x 100) + Rp. 9.015.950

= Rp. 10.015.950

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

$$= \text{Rp. } 25.684.025 - \text{Rp. } 10.015.950$$

$$= \text{Rp. } 15.668.075$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\%$$

$$= 15,66 / 100\%$$

$$= 16\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.26

Tabel 3.26 Hasil IRR Bibit Singkong Kasesat UJ-45 Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
2.	Tuti	singkong kasesat Uj-45	harga bibit	10000	100	1.000.000	9.015.950	10.015.950	25.684.025	15.668.075	16
			hasil panen	3108+3417+3502 +4997+5219+2792	23.035	23.035					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000					
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	3.915.950	3.915.950					
			potongan tonase	26% (kg)	5.989	5.989					
			usia	9 bulan							
			nilai jual	1115	1.115	25.684.025					

K. Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Besar

Diketahui data table 3.15 berikut:

3.15 Data Lapangan Singkong Garuda Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
3.	Rustam	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000
			hasil panen	4166+4320+4266+5576+3713+4440	26.481	26.481
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.501.770	4.501.770
			potongan tonase	26% (kg)	6.885	6.885
			usia	10 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	29.526.315

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.500.000+ Rp. 2.400.000+ Rp. 4.501.770

= Rp. 9.601.770

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 12.000 x 100) + Rp. 9.601.770

= Rp. 10.801.770

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

= Rp. 29.526.315 – Rp. 10.801.770

= Rp. 18.724.545

IRR (%) = aliran kas / 100%

= 18.72 / 100%

= 19%

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.27

Tabel 3.27 Hasil IRR Bibit Singkong Garuda Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
3.	Rustam	singkong garuda	harga bibit	12000	100	1.200.000	9.601.770	10.801.770	29.526.315	18.724.545	19
			hasil panen	4166+4320+4266 +5576+3713+4440	26.481	26.481					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000					
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.501.770	4.501.770					
			potongan tonase	26% (kg)	6.885	6.885					
			usia	10 bulan							
			nilai jual	1115	1.115	29.526.315					

L. Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Besar

Diketahui data table 3.16 berikut:

3.16 Data Lapangan Singkong Thailand Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total
4.	Rustam	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000
			hasil panen	2533+5550+6804+3690+2950+5620	27.147	27.147
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.614.990	4.614.990
			potongan tonase	26% (kg)	7.058	7.058
			usia	8 bulan		
			nilai jual	1115	1.115	30.268.905

Penyelesaian :

IRR untuk mencari nilai biaya produksi

= Biaya perawatan + biaya bajak (lager) + biaya pupuk + biaya panen

= Rp. 1.200.000+ Rp. 1.500.000+ Rp. 2.400.000+ Rp. 4.614.990

= Rp. 9.714.990

IRR untuk mencari investasi awal

= harga bibit (nilai satuan x data lapangan) + biaya produksi

= harga bibit (Rp. 6.000 x 100) + Rp. 9.714.990

= Rp. 10.314.990

IRR untuk mencari aliran kas th 0 per periode

= pendapatan penj. Panen – investasi awal

$$= \text{Rp. } 30.268.905 - \text{Rp. } 10.314.990$$

$$= \text{Rp. } 19.953.915$$

$$\text{IRR (\%)} = \text{aliran kas} / 100\%$$

$$= 19.95 / 100\%$$

$$= 20\%$$

Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel 3.28

Tabel 3.28 Hasil IRR Bibit Singkong Thailand Modal Besar

No	Nama Petani	Nama Bibit	Kriteria	Nilai (satuan)	Data Lapangan	Total	Biaya Produksi	Investasi Awal	Pend. Penj. Panen	Aliran Kas Th 0	IRR (%)
4.	Rustam	singkong thailand	harga bibit	6000	100	600.000	9.714.990	10.314.990	30.268.905	29.953.915	20
			hasil panen	2533+5550+6804 +3690+2950+5620	27.147	27.147					
			biaya perawatan	400000 (3x semprot)	1.200.000	1.200.000					
			biaya bajak + lager	375000 (1/4 h)	1.500.000	1.500.000					
			biaya pupuk	800000 (3x)	2.400.000	2.400.000					
			biaya panen	170000 (/tonase)	4.614.990	4.614.990					
			potongan tonase	26% (kg)	7.058	7.058					
			usia	8 bulan							
			nilai jual	1115	1.115	30.268.905					

3.6.1.3 Pengujian Logika Kesimpulan

Pengujian logika kesimpulan adalah memilih bibit singkong yang memberikan tingkat IRR tertinggi sebagai rekomendasi bibit singkong yang dianggap paling menguntungkan berdasarkan tingkat pengembalian investasi.

Uji hasil akhir dari sistem SPK adalah bahwa rekomendasi yang dihasilkan sesuai dengan harapan. Berdasarkan hasil perhitungan IRR maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Bibit singkong dengan modal kecil
 - a. Bibit singkong sekoci memiliki tingkat IRR yang paling tinggi sebesar 7% diikuti
 - b. Bibit singkong kasesat uj-45 memiliki tingkat IRR 5%
 - c. Bibit singkong garuda memiliki tingkat IRR 5%
 - d. Bibit singkong Thailand memiliki tingkat IRR 5%

2. Bibit singkong dengan modal sedang
 - e. Bibit singkong sekoci memiliki tingkat IRR yang paling tinggi sebesar 28% diikuti
 - f. Bibit singkong Thailand memiliki tingkat IRR 22%
 - g. Bibit singkong garuda memiliki tingkat IRR 20%
 - h. Bibit singkong kasesat uj-45 memiliki tingkat IRR 16%

3. Bibit singkong dengan modal besar
 - i. Bibit singkong sekoci memiliki tingkat IRR yang paling tinggi sebesar 21% diikuti
 - j. Bibit singkong thailand memiliki tingkat IRR 20%
 - k. Bibit singkong garuda memiliki tingkat IRR 19%
 - l. Bibit singkong kasesat uj-45 memiliki tingkat IRR 16%

3.6.1.4 Pengujian Sensitivitas

Variasikan beberapa nilai input, seperti harga bibit singkong atau hasil panen, dan lihat bagaimana perubahan ini memengaruhi rekomendasi IRR. Misalnya, jika sensitivitas analysis dapat dilakukan dengan merubah harga bibit singkong, hasil panen, apa yang akan terjadi pada rekomendasi IRR? Berikut adalah beberapa contoh yang akan terjadi.

a. Sensitivitas terhadap bibit

jika harga bibit naik, IRR cenderung meningkat. Ini karena biaya awal investasi akan lebih tinggi, dan jika pendapatan dari penjualan panen tetap konstan, maka perbandingan antara pendapatan dan investasi awal akan lebih tinggi, sehingga IRR meningkat.

Sebaliknya, jika harga bibit turun IRR akan cenderung menurun, ini karena biaya investasi awal rendah, maka perbandingan antara pendapatan dan investasi awal akan lebih rendah, sehingga IRR menurun.

b. Sensitivitas terhadap hasil panen

Jika hasil panen meningkat, IRR cenderung meningkat. Ini karena pendapatan penjualan panen akan lebih tinggi, maka perbandingan antara pendapatan dan investasi awal akan lebih tinggi sehingga IRR meningkat.

Sebaliknya, jika hasil panen turun IRR akan cenderung turun. Ini karena pendapatan penjualan panen akan lebih rendah, maka perbandingan antara pendapatan dan investasi awal akan lebih rendah sehingga IRR menurun.

3.6.2 Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Berikut ini adalah data input prioritas kriteria bibit singkong yang akan digunakan dalam metode *fuzzy* yang dapat dilihat pada prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong sekoci modal kecil pada tabel 3.29

Tabel 3.29 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Kecil

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	16 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	7%
5	Modal Produksi	4.850.600
6	Harga Singkong	770
7	Lama Investasi	10 bulan
8	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong kasesat UJ-45 modal kecil yang dapat dilihat pada table 3.30

Tabel 3.30 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Kasesat Uj-45 Dengan Modal Kecil

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	14 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	5%
5	Modal Produksi	4.445.150
6	Harga Singkong	770
7	Lama Investasi	9 bulan
8.	Potongan Tonase	16%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong garuda modal kecil yang dapat dilihat pada table 3.31

Tabel 3.31 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Kecil

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	12.000
2	Produktivitas	13 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	5%
5	Modal Produksi	4.330.230
6	Harga Singkong	770
7	Lama Investasi	10 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong Thailand modal kecil yang dapat dilihat pada table 3.32

Tabel 3.32 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Kecil

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	6.000
2	Produktivitas	13,6 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	5%
5	Modal Produksi	4.407.410
6	Harga Singkong	770
7	Lama Investasi	8 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong sekoci modal sedang yang dapat dilihat pada table 3.33

Tabel 3.33 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Sedang

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	23,2 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	28%
5	Modal Produksi	7.942.300

Tabel 3.33 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Sedang
Lanjutan

No.	Kriteria	Bobot Nilai
6	Harga Singkong	1580
7	Lama Investasi	10 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong kasesat Uj-45 modal sedang yang dapat dilihat pada table 3.34

Tabel 3.34 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Kasesat Uj-45 Dengan Modal
Sedang

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	15 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	16%
5	Modal Produksi	6.490.500
6	Harga Singkong	1580
7	Lama Investasi	9 bulan
8.	Potongan Tonase	16%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong garuda modal sedang yang dapat dilihat pada table 3.35

Tabel 3.35 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Sedang

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	12.000
2	Produktivitas	17,6 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	20%
5	Modal Produksi	6.991.830
6	Harga Singkong	1580
7	Lama Investasi	10 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong thailand modal sedang yang dapat dilihat pada table 3.36

Tabel 3.36 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Sedang

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	6.000
2	Produktivitas	18,6 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	22 %
5	Modal Produksi	7.159.280
6	Harga Singkong	1580
7	Lama Investasi	8 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong Sekoci modal besar yang dapat dilihat pada table 3.37

Tabel 3.37 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Sekoci Dengan Modal Besar

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	29,13 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	21 %
5	Modal Produksi	10.052.610
6	Harga Singkong	1115
7	Lama Investasi	10 bulan
8	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong kasesat Uj-45 modal besar yang dapat dilihat pada table 3.38

Tabel 3.38 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Kasesat Uj-45 Dengan Modal Besar

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	10.000
2	Produktivitas	23, on
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	16 %
5	Modal Produksi	9.015.950
6	Harga Singkong	1115
7	Lama Investasi	9 bulan
8.	Potongan Tonase	16%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong garuda modal besar yang dapat dilihat pada table 3.39

Tabel 3.39 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Garuda Dengan Modal Besar

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	12.000
2	Produktivitas	26,4 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	19 %
5	Modal Produksi	9.601.770
6	Harga Singkong	1115
7	Lama Investasi	10 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut prioritas kriteria bibit singkong dengan singkong thailand modal besar yang dapat dilihat pada table 3.40

Tabel 3.40 Prioritas Kriteria Bibit Singkong Thailand Dengan Modal Besar

No.	Kriteria	Bobot Nilai
1	Harga Bibit Singkong	6.000
2	Produktivitas	27,1 ton
3	Ketersediaan Bibit	100 / ikat
4	Keuntungan Finansial (IRR)	20 %
5	Modal Produksi	9.714.990
6	Harga Singkong	1115
7	Lama Investasi	8 bulan
8.	Potongan Tonase	26%

Berikut ini adalah Langkah-langkah dalam pengujian data pada metode *Fuzzy Tsukamoto*.

3.6.2.1 Pengujian *Fuzzifikasi*

Langkah-langkah Teknik Analisis Data *Fuzzifikasi*:

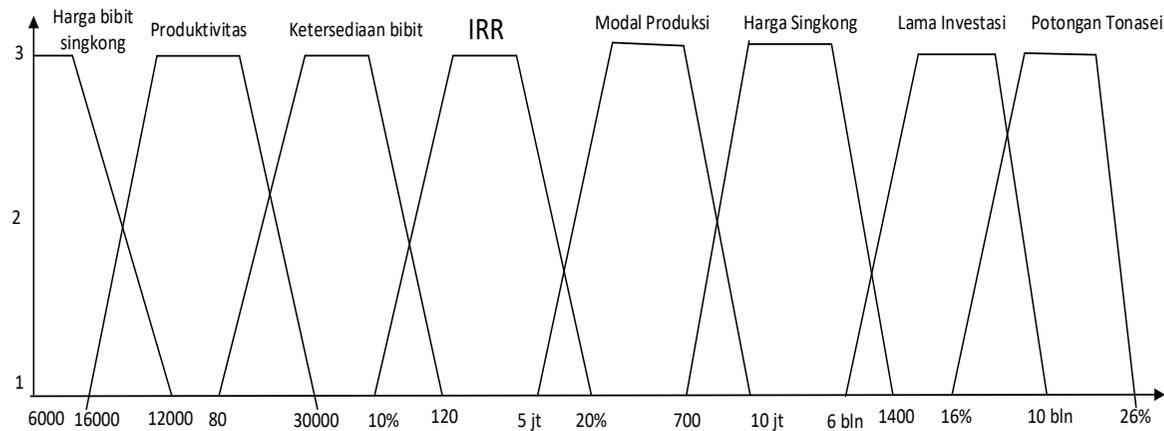
Ubah data input numerik menjadi variabel linguistik dengan mengaitkan nilai input ke himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan dalam basis pengetahuan sistem.

Berikut ini adalah data inputan yang berhasil diubah menjadi variabel linguistik sesuai dengan himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan. Dapat dilihat pada tabel 3.41

Tabel 3.41 Kriteria, nilai linguistic dan bobot nilai

Kriteria	Nilai Linguistik	nilai
1. Harga Bibit Singkong	Rendah,	6000
	Tinggi,	12000
2. Produktivitas	Murah, Mahal	16.000 kg 30.000 kg
3. Ketersediaan Bibit	Langka, Melimpah	80 ikat 120 ikat
4. Keuntungan Finansial (IRR)	Rendah, Tinggi,	10% 20%
5. Modal Produksi	Rendah, Tinggi	5 (juta) 10 (juta)
6. Harga Singkong	Rendah, Tinggi	700 1400
7. Lama Investasi (usia)	Pendek, Panjang	6 bulan 10 bulan
8. Potongan Tonase	Kecil	16%
	Besar	26%

Berikut ini adalah kurva yang digunakan dalam dalam penilaian dengan menggunakan *fuzzy Tsukamoto* yang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3.2 Kurva Kriteria

Dan berdasarkan hasil kriteria di atas maka tabel nilai dapat dilihat pada table 3.42 di bawah ini.

Tabel 3.42 Penilaian Setiap Kriteria Bibit Singkong

no	Kode Alternatif	Nama	Harga Bibit (/seribu)	Produktivitas (Ton)	Ketersediaan bibit (ikat)	IRR (%)	Modal Produksi (/juta rp)	Harga Singkong (/Kg)	Lama Investasi (Bulan)	Potongan Tonase (%)
1.	A1	Sekoci modal kecil (teguh)	10	16	100	7	4.85	770	10	26

Tabel 3.42 Penilaian Setiap Kriteria Bibit Singkong Lanjutan

no	Kode Alternatif	Nama	Harga Bibit (/seribu)	Produktivitas (Ton)	Ketersediaan bibit (ikat)	IRR (%)	Modal Produksi	Harga Singkong (/Kg)	Lama Investasi (Bulan)	Potongan Tonase (%)
2.	A2	Kasesat Uj-45 modal kecil (tuti)	10	14	100	5	4.44	770	9	16
3.	A3	Garuda modal kecil (asep)	12	13	100	5	4.33	770	10	26
4.	A4	Thailand modal kecil (iksan)	6	13,6	100	5	4.40	770	8	26
5.	A5	Sekoci modal sedang (teguh)	10	23,2	100	28	7.94	1580	10	26

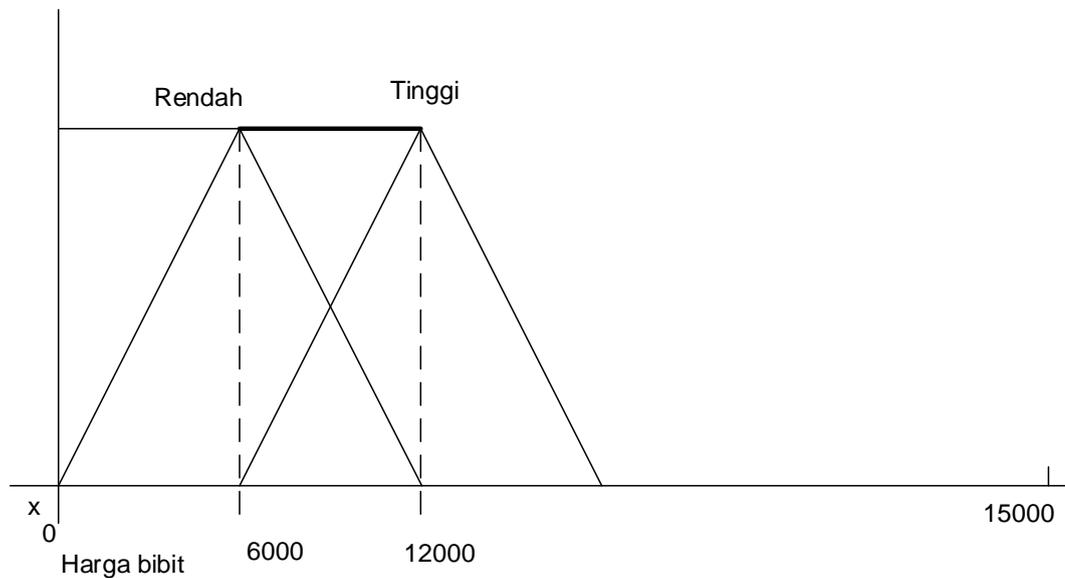
Tabel 3.42 Penilaian Setiap Kriteria Bibit Singkong Lanjutan

no	Kode Alternatif	Nama	Harga Bibit (/seribu)	Produktivitas (Ton)	Ketersediaan bibit (Ikat)	IRR (%)	Modal Produksi	Harga Singkong (/Kg)	Lama Investasi (Bulan)	Potongan Tonase (%)
6.	A6	Kasesat Uj-45 modal sedang (anda)	10	15	100	16	6.49	1580	9	16
7.	A7	Garuda modal sedang (nur)	12	17,6	100	16	6.99	1580	9	26
8.	A8	Thailand modal sedang (asep)	6.	18,6	100	22	7.15	1580	8	26
9.	A9	Sekoci modal besar (tuti)	10	29,13	100	21	10,05	1115	10	26

Tabel 3.42 Penilaian Setiap Kriteria Bibit Singkong Lanjutan

no	Kode Alternatif	Nama	Harga Bibit (/seribu)	Produktivitas (Ton)	Ketersediaan bibit (Ikat)	IRR (%)	Modal Produksi	Harga Singkong (/Kg)	Lama Investasi (Bulan)	Potongan Tonase (%)
10.	A10	Kasesat Uj-45 modal besar (tuti)	10	23,03	100	16	9	1115	9	16
11.	A11	Garuda modal besar (Rustam)	12	26,4	100	19	9.60	1115	10	26
12.	A12	Thailand modal besar (Rustam)	6	27,14	100	20	9.71	1115	8	26

Dari table diatas maka Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva harga bibit singkong berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.3 Kurva Harga Bibit

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 12000 \\ \frac{(x-0)}{6000-0} & 0 \leq x \leq 6000 \\ \frac{(12000-x)}{12000-6000} & 6000 \leq x \leq 12000 \\ 1 & \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 12000 \text{ atau } x \geq 15000 \\ \frac{(x-12000)}{12000-6000} & 6000 \leq x \leq 12000 \\ \frac{(15000-x)}{15000-12000} & 12000 \leq x \leq 15000 \\ 1 & \end{cases}$$

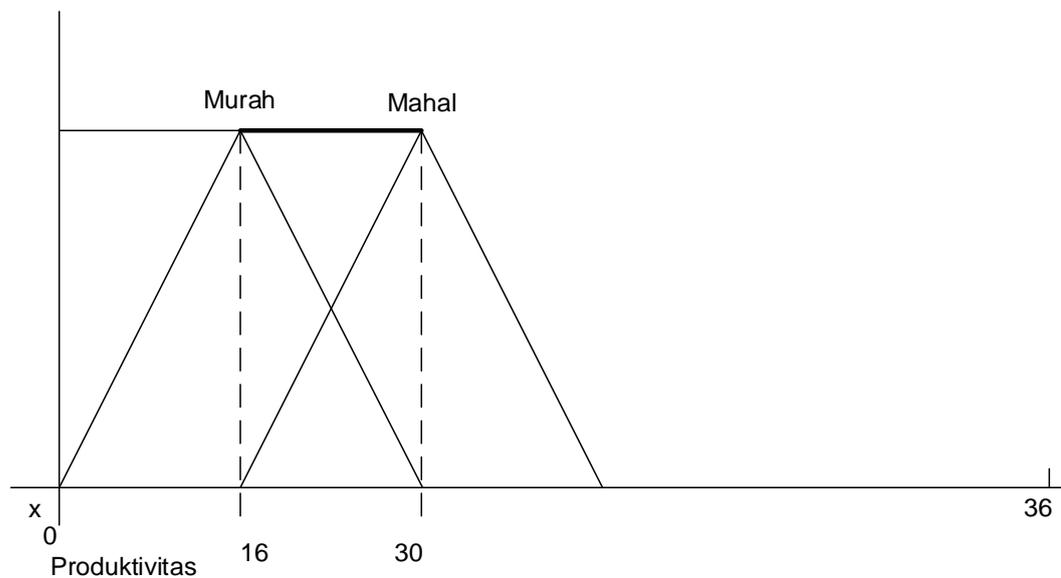
- a. Nilai untuk kriteria harga bibit rendah untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}[6000] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{12000-6000}{12000-6000} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria harga bibit tinggi untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Tinggi}}[12000] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{15000 - 12000}{15000 - 6000} = 0,33$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva produktivitas berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.4 Kurva Produktivitas

$$\mu_{\text{Murah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 16 \\ \frac{(x - 0)}{16 - 0} & 0 \leq x \leq 16 \\ \frac{(30 - x)}{30 - 16} & 16 \leq x \leq 30 \\ 1 & \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Mahal}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 16 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{(x-16)}{30-16} & 16 \leq x \leq 30 \\ \frac{(36-x)}{36-30} & 30 \leq x \leq 36 \\ 1 & \end{cases}$$

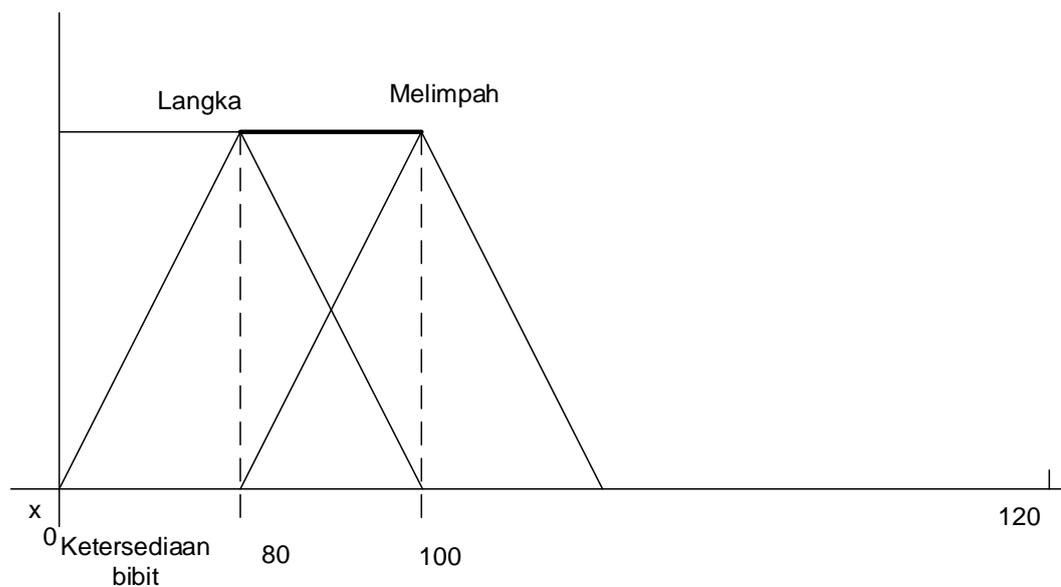
- a. Nilai untuk kriteria produktivitas murah untuk A1, A2, A3, A4, A6 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Murah}}[16] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{30-16}{30-16} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria produktivitas mahal untuk A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Mahal}}[30] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{30-16}{36-16} = 0,7$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva ketersediaan bibit berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.5 Kurva Ketersediaan Bibit

$$\mu_{\text{Langka}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{(x-0)}{80-0} & 0 \leq x \leq 80 \\ \frac{(100-x)}{100-80} & 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Melimpah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 100 \text{ atau } x \geq 120 \\ \frac{(x-100)}{100-80} & 80 \leq x \leq 100 \\ \frac{(120-x)}{120-100} & 100 \leq x \leq 120 \end{cases}$$

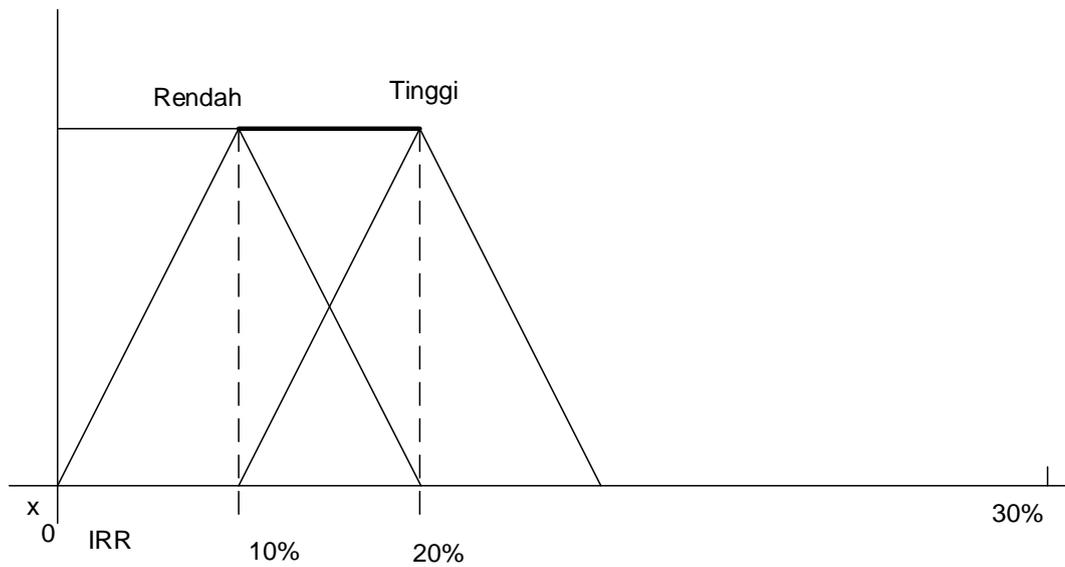
- a. Nilai untuk kriteria ketersediaan bibit untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Langka}}[80] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{100-80}{100-80} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria ketersediaan bibit untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Melimpah}}[100] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{120-100}{120-80} = 0,5$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva IRR berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.6 Kurva IRR

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{x-0}{10-0} & 0 \leq x \leq 10 \\ 1 - \frac{(20-x)}{20-10} & 10 \leq x \leq 20 \\ 1 & 20 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-10}{20-10} & 10 \leq x \leq 20 \\ 1 - \frac{(30-x)}{30-20} & 20 \leq x \leq 30 \\ 1 & 30 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

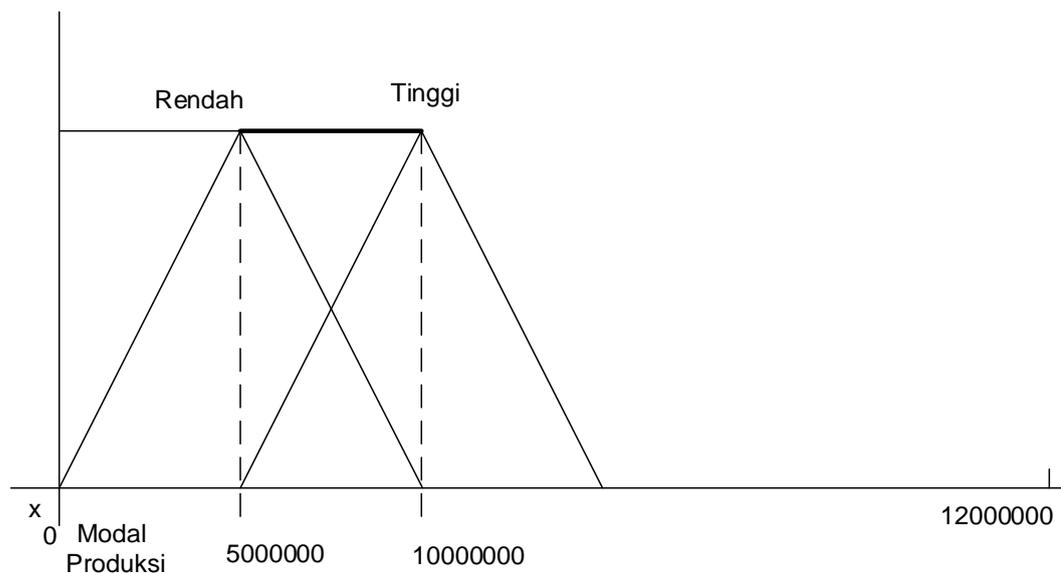
- a. Nilai untuk kriteria IRR rendah untuk A1, A2, A3, A4, A6, sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}[10] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{20-10}{20-10} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria IRR Tinggi untuk A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Tinggi}}[20] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{30-20}{30-10} = 0,5$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva modal produksi berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.7 Kurva Modal Produksi

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 10000000 \\ \frac{(x - 0)}{5000000 - 0} & 0 \leq x \leq 5000000 \\ \frac{(10000000 - x)}{10000000 - 5000000} & 5000000 \leq x \leq 10000000 \\ 1 & \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 10000000 \text{ atau } x \geq 12000000 \\ \frac{(x - 10000000)}{10000000 - 5000000} & 5000000 \leq x \leq 10000000 \\ \frac{(12000000 - x)}{12000000 - 10000000} & 10000000 \leq x \leq 12000000 \\ 1 & \end{cases}$$

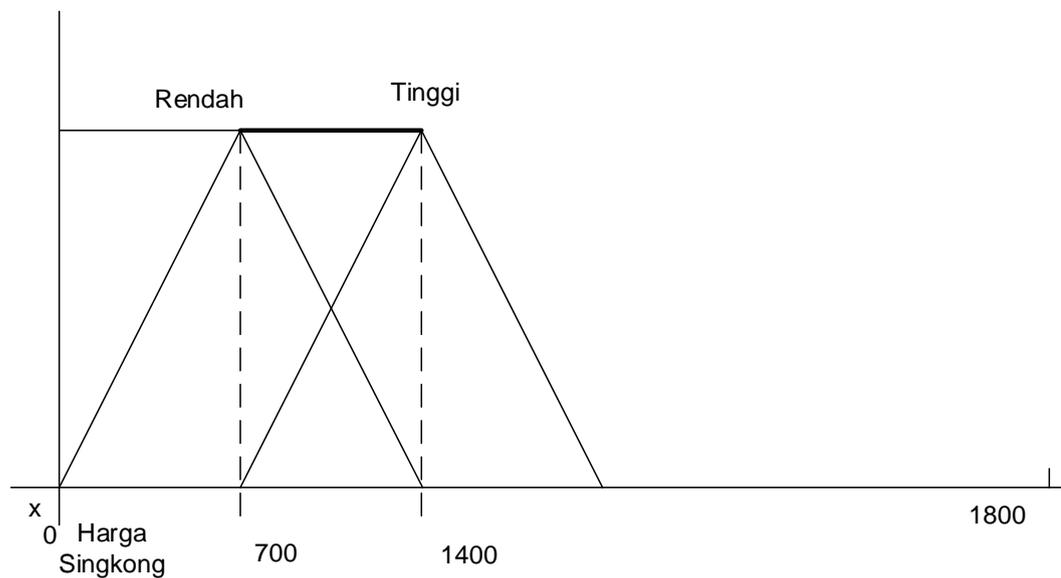
- a. Nilai untuk kriteria modal produksi rendah untuk A1, A2, A3, A4 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}[5000000] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{10000000 - 5000000}{10000000 - 5000000} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria modal produksi tinggi untuk A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Tinggi}}[10000000] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{12000000 - 10000000}{12000000 - 5000000} = 0,28$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva harga singkong berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.8 Kurva Harga Singkong

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 1400 \\ \frac{(x - 0)}{700 - 0} & 0 \leq x \leq 700 \\ \frac{(1400 - x)}{1400 - 700} & 700 \leq x \leq 1400 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 1400 \text{ atau } x \geq 1800 \\ \frac{(x - 1400)}{1400 - 700} & 700 \leq x \leq 1400 \\ \frac{(1800 - x)}{1800 - 1400} & 1400 \leq x \leq 1800 \end{cases}$$

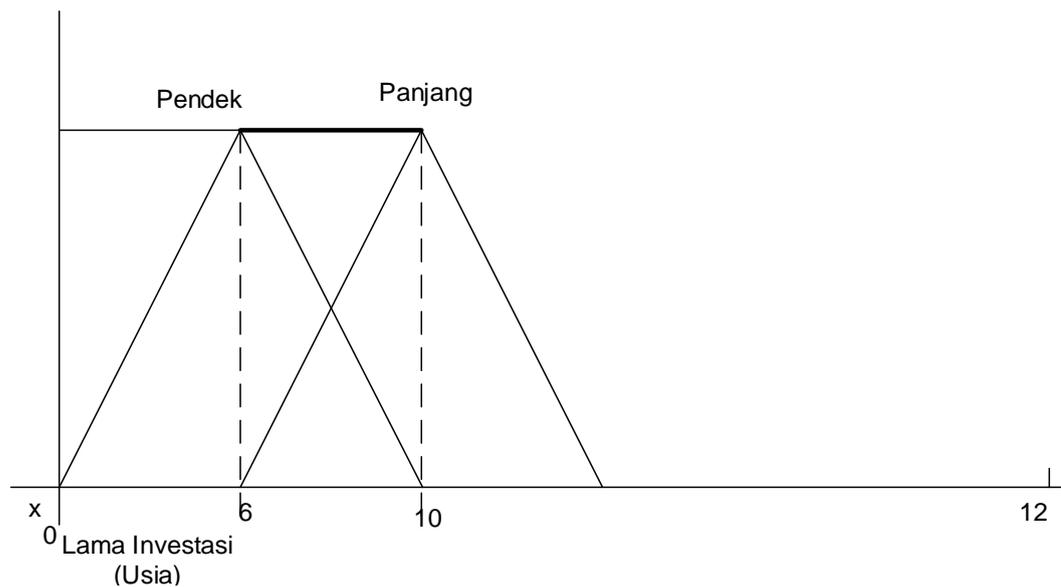
- a. Nilai untuk kriteria harga singkong rendah untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Rendah}}[700] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{1400 - 700}{1400 - 700} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria harga singkong tinggi untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Tinggi}}[1400] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{1800 - 1400}{1800 - 700} = 0,36$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva lama investasi (bulan) berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.9 Kurva Lama Investasi (Bulan)

$$\mu_{\text{Pendek}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 10 \\ \frac{(x-0)}{6-0} & 0 \leq x \leq 6 \\ \frac{(10-x)}{10-6} & 6 \leq x \leq 10 \\ 1 & \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Panjang}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 12 \\ \frac{(x-10)}{10-6} & 6 \leq x \leq 10 \\ \frac{(12-x)}{12-10} & 10 \leq x \leq 12 \\ 1 & \end{cases}$$

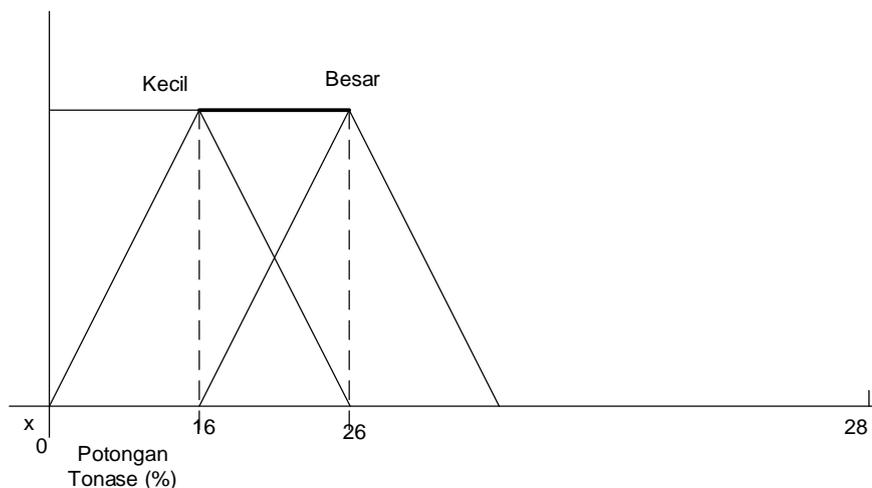
- a. Nilai untuk kriteria lamainvestasi (bulan) untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Pendek}}[6] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{10-6}{10-6} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria lama investasi (bulan) untuk A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Panjang}}[10] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{12-10}{12-6} = 0,5$$

Berikut ini adalah proses *fuzzyfikasi* dimana untuk mencari fungsi keanggotaan dari kurva potongan tonase (%) berdasarkan pembobotan nilai dapat dilihat seperti di bawah ini :



Gambar 3.10 Kurva Potongan Tonase (%)

$$\mu_{\text{Kecil}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 26 \\ \frac{(x-0)}{16-0} & 0 \leq x \leq 16 \\ \frac{(26-x)}{26-16} & 16 \leq x \leq 26 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Besar}}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 26 \text{ atau } x \geq 28 \\ \frac{(x-16)}{26-16} & 16 \leq x \leq 26 \\ \frac{(28-x)}{28-26} & 26 \leq x \leq 28 \end{cases}$$

- a. Nilai untuk kriteria potongan tonase untuk A2, A6, A10 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Kecil}}[16] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{26-16}{26-16} = 1$$

- b. Nilai untuk kriteria potongan tonase untuk A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12 sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Besar}}[26] = \frac{b-x}{b-a} = \frac{28-26}{28-16} = 0,2$$

3.6.2.2 Pengujian Inferensi Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau suatu keadaan tertentu dalam suatu variable *fuzzy*. Aturan *Fuzzy* ini diterapkan yang telah ditentukan dalam sistem. Dengan menggunakan aturan *fuzzy*, tentukan tingkat keanggotaan (membership) untuk setiap himpunan *output fuzzy* berdasarkan tingkat keanggotaan *input*.

Berikut di bawah ini adalah penjelasan proses *inferensi fuzzy* atau *inferensi rule*.

Rule 1 (A1) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Murah, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Rendah, *and* modal produksi Rendah, *and* harga singkong Tinggi,

and lama investasi Panjang, potongan tonase Besar
then fuzzifikasi (z) tinggi.

$$\begin{aligned}
 \text{[R1] } \alpha\text{-predikat}_1 &: \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Murah}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Rendah}} \cap \\
 &\quad \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}} \\
 &: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Murah}}[16] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Rendah}}[7] \cap \mu_{\text{Rendah}}[4.85] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[770] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Panjang}}[10] \cap \mu_{\text{Besar}}[26]) \\
 &: \text{Min} (0,33 ; 1; 0,5 ; 1; 1; 0,36; 0,5; 0,2) \\
 \alpha\text{-predikat}_1 &: 0,2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z_1 &: z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
 &: 770 - 0,2 * (770 - 4.85) \\
 &: 770 - (0,2 * 285) \\
 &: 713
 \end{aligned}$$

Rule 2 (A2) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Murah, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Rendah, *and* modal produksi Rendah, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Pendek, potongan tonase Kecil *then fuzzifikasi* (z) rendah.

$$\begin{aligned}
 \text{[R2] } \alpha\text{-predikat}_2 &: \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Murah}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Rendah}} \cap \\
 &\quad \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Kecil}} \\
 &: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Murah}}[14] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Rendah}}[5] \cap \mu_{\text{Rendah}}[4.44] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[770] \\
 &\quad \cap \mu_{\text{Pendek}}[9] \cap \mu_{\text{Kecil}}[16]) \\
 &: \text{Min} (0,33 ; 1; 0,5 ; 1; 1; 0,36; 0,5; 1) \\
 \alpha\text{-predikat}_2 &: 0,33
 \end{aligned}$$

$$z_2 : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_2 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$$

$$: 770 - 0,33 * (770 - 4.44)$$

$$: 770 - (0,33 * 326)$$

$$: 662,42$$

Rule 3 (A3) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Murah, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Rendah, *and* modal produksi Rendah, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

[R3] α -predikat₃: $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Murah}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}}$

$$: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[12] \cap \mu_{\text{Murah}}[13] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100]$$

$$\cap \mu_{\text{Rendah}}[5] \cap \mu_{\text{Rendah}}[4.33] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[770]$$

$$\cap \mu_{\text{Panjang}}[10] \cap \mu_{\text{Besar}}[26]$$

$$: \text{Min} (0,33 ; 1; 0,5 ; 1; 1; 0,36; 0,5; 0,2)$$

$$\alpha\text{-predikat}_3: 0,2$$

$$z_3 : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$$

$$: 770 - 0,2 * (770 - 4.33)$$

$$: 770 - (0,2 * 337)$$

$$: 702,6$$

Rule 4 (A4) : *If* harga bibit Rendah, *and* produktivitas Murah, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Rendah, *and* modal produksi Rendah, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Pendek, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

$$\begin{aligned}
[R4] \ \alpha\text{-predikat}_4 &: \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Murah}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Rendah}} \cap \\
&\mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Pendek}} \cap \mu_{\text{Besar}} \\
&: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[6] \cap \mu_{\text{Murah}}[13,6] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
&\cap \mu_{\text{Rendah}}[5] \cap \mu_{\text{Rendah}}[4.40] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[770] \\
&\cap \mu_{\text{Pendek}}[8] \cap \mu_{\text{Besar}}[26] \\
&: \text{Min} (1 ; 1; 0,5 ; 1; 1; 0,36; 1; 0,2) \\
\alpha\text{-predikat}_4 &: 0,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_4 &: z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
&: 770 - 0,2 * (770 - 4.40) \\
&: 770 - (0,2 * 330) \\
&: 704
\end{aligned}$$

Rule 5 (A5) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

$$\begin{aligned}
[R5] \ \alpha\text{-predikat}_5 &: \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \\
&\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}} \\
&: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Mahal}}[23,2] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
&\cap \mu_{\text{Tinggi}}[28] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[7.94] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1580] \\
&\cap \mu_{\text{Panjang}}[10] \cap \mu_{\text{Besar}}[26] \\
&: \text{Min} (0,33 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2) \\
\alpha\text{-predikat}_5 &: 0,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_5 &: z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
&: 1580 - 0,2 * (1580 - 7.94) \\
&: 1580 - (0,2 * 786)
\end{aligned}$$

: 1422,8

Rule 6 (A6) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Murah, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Kecil *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

[R6] α -predikat₆ : $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Murah}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap$
 $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Kecil}}$
 : $\text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Mahal}}[15] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100]$
 $\cap \mu_{\text{Tinggi}}[16] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[6.49] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1580]$
 $\cap \mu_{\text{Panjang}}[9] \cap \mu_{\text{Kecil}}[16]$
 : $\text{Min} (0,33 ; 1; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 1)$

α -predikat₆: 0,28

z₆ : $z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$
 : $1580 - 0,28 * (1580 - 6.49)$
 : $1580 - (0,28 * 931)$
 : 1319,32

Rule 7 (A7) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

[R7] α -predikat₇: $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}}$
 $\cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}}$

$$\begin{aligned}
& : \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[12] \cap \mu_{\text{Mahal}}[17,6] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
& \quad \cap \mu_{\text{Tinggi}}[16] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[6.99] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1580] \\
& \quad \cap \mu_{\text{Panjang}}[9] \cap \mu_{\text{Besar}}[26]) \\
& : \text{Min} (0,33 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2) \\
\alpha\text{-predikat}_7 & : 0,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z7 & : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
& : 1580 - 0,2 * (1580 - 6.99) \\
& : 1580 - (0,2 * 881) \\
& : 1403,8
\end{aligned}$$

Rule 8 (A8) : *If* harga bibit Rendah, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

$$\begin{aligned}
[\text{R8}] \ \alpha\text{-predikat}_8 & : \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \\
& \quad \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}} \\
& : \text{Min} (\mu_{\text{Rendah}}[6] \cap \mu_{\text{Mahal}}[18,6] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \\
& \quad \cap \mu_{\text{Tinggi}}[22] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[7.15] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1580] \\
& \quad \cap \mu_{\text{Panjang}}[8] \cap \mu_{\text{Besar}}[26]) \\
& : \text{Min} (1 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2) \\
\alpha\text{-predikat}_8 & : 0,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z8 & : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
& : 1580 - 0,2 * (1580 - 7.15) \\
& : 1580 - (0,2 * 865) \\
& : 1407
\end{aligned}$$

Rule 9 (A9) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

[R9] α -predikat₉: $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}}$
 : $\text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Mahal}}[29,13] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[21] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[10,05] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1115] \cap \mu_{\text{Panjang}}[10] \cap \mu_{\text{Besar}}[26])$
 : $\text{Min} (0,33 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2)$
 α -predikat₉: 0,2

z_9 : $z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$
 : $1115 - 0,2 * (1115 - 10)$
 : $1115 - (0,2 * 1105)$
 : 221

Rule 10 (A10) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Kecil *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

[R10] α -predikat₁₀: $\mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Kecil}}$
 : $\text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[10] \cap \mu_{\text{Mahal}}[23,03] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[18] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[9] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1115] \cap \mu_{\text{Panjang}}[9] \cap \mu_{\text{Kecil}}[16])$

$$: \text{Min} (0,33 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 1)$$

$$\alpha\text{-predikat}_{10}: 0,28$$

$$z_{10} : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$$

$$: 1115 - 0,28 * (1115 - 9)$$

$$: 1115 - (0,28 * 1106)$$

$$: 805,32$$

Rule 11 (A11) : *If* harga bibit Tinggi, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi, *and* lama investasi Panjang, potongan tonase Besar *then fuzzifikasi* (z) tinggi.

$$[\text{R11}] \alpha\text{-predikat}_{11}: \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}}$$

$$: \text{Min} (\mu_{\text{Tinggi}}[12] \cap \mu_{\text{Mahal}}[26,4] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100]$$

$$\cap \mu_{\text{Tinggi}}[19] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[9.60] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1115]$$

$$\cap \mu_{\text{Panjang}}[10] \cap \mu_{\text{Besar}}[26]$$

$$: \text{Min} (0,33 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2)$$

$$\alpha\text{-predikat}_{11} : 0,2$$

$$z_{11} : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}})$$

$$: 1115 - 0,2 * (1115 - 9,60)$$

$$: 1115 - (0,2 * 1105,4)$$

$$: 893,92$$

Rule 12 (A12) : *If* harga bibit Rendah, *and* produktivitas Mahal, *and* ketersediaan bibit Melimpah, *and* IRR Tinggi, *and* modal produksi Tinggi, *and* harga singkong Tinggi,

and lama investasi Panjang, potongan tonase Besar
then fuzzifikasi (z) tinggi.

$$\begin{aligned}
 [R12] \quad & \alpha\text{-predikat}_{12}: \mu_{\text{Rendah}} \cap \mu_{\text{Mahal}} \cap \mu_{\text{Melimpah}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \\
 & \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Tinggi}} \cap \mu_{\text{Panjang}} \cap \mu_{\text{Besar}} \\
 & : \text{Min} (\mu_{\text{Rendah}}[6] \cap \mu_{\text{Mahal}}[27,14] \\
 & \cap \mu_{\text{Tinggi}}[100] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[20] \cap \mu_{\text{Tinggi}}[9.71] \\
 & \cap \mu_{\text{Tinggi}}[1.115] \cap \mu_{\text{Panjang}}[8] \cap \mu_{\text{Besar}}[26] \\
 & : \text{Min} (1 ; 0,7; 0,5 ; 0,5; 0,28; 0,36; 0,5; 0,2) \\
 \alpha\text{-predikat}_{12} & : 0,2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z_{12} & : z_{\text{Max}} - \alpha\text{-predikat}_1 * (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\
 & : 1115 - 0,2 * (1115 - 6) \\
 & : 1115 - (0,2 * 1109) \\
 & : 893,2
 \end{aligned}$$

3.6.2.3 Pengujian Defuzzifikasi

Ubahlah nilai *output fuzzy* ke dalam bentuk numerik sehingga dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Pastikan bahwa proses *defuzzifikasi* dapat dilakukan dengan sesuai. Berikut ini adalah proses *defuzzifikasi* . dimana untuk menentukan *output crisp* yang digunakan *defuzzifikasi* rata-rata terpusat yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Z = \frac{(\alpha\text{predikat}_1 * z_1) + (\alpha\text{predikat}_2 * z_2) + (\alpha\text{predikat}_3 * z_3) + (\alpha\text{predikat}_n * z_n)}{(\alpha\text{predikat}_1 + \alpha\text{predikat}_2 + \alpha\text{predikat}_3 + \alpha\text{predikat}_n)}$$

Dimana :

$\alpha\text{predikat}$: nilai min pada setiap *rule*

$z_1 - z_n$: nilai z pada setiap *rule*

berikut ini adalah perhitungan *defuzzifikasi*

$$\begin{aligned}
 Z &= (0,2 * 713) + (0,33 * 662,42) + (0,2 * 702,6) + (0,2 * 704) + \\
 &\quad (0,2 * 1422,8) + (0,28 * 1319,32) + (0,2 * 1403,8) + (0,2 * \\
 &\quad 1407) + (0,2 * 221) + (0,28 * 805,32) + (0,2 * 893,92) + \\
 &\quad (0,2 * 893,2) \\
 &\quad \hline
 &\quad (0,2 + 0,33 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,28 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,28 \\
 &\quad + 0,2 + 0,2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= 142,6 + 218,6 + 140,52 + 140,8 + 284,6 + 369,40 + 280,8 + \\
 &\quad 281,4 + 44,2 + 225,48 + 178,78 + 178,64 \\
 &\quad \hline
 &\quad 2,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{2.485,82}{2,69}
 \end{aligned}$$

$$Z = 924,09$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan data yang didapat dari hasil panen petani selama tiga periode panen, pabrik singkong dan Dinas Pertanian, untuk bibit yang cocok ditanam maka data per satu hektar luas tanah kemudian dianalisis dan didapatkan hasil perhitungan berikut :

4.1.1 Metode *Internal Rate Of Return* (IRR)

Perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR) pada bibit singkong modal rendah, bibit singkong modal sedang, dan bibit sigkong modal besar, menghasilkan nilai IRR yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR)

No	Nama Bibit Singkong	Modal	IRR
1.	Singkong sekoci modal kecil	Rp. 5.850.600	7%
2.	Singkong kasesat uj-45 modal kecil	Rp. 5.445.150	5%
3.	Singkong garuda modal kecil	Rp. 5.530.230	5%
4.	Singkong Thailand modal kecil	Rp. 5.007.410	5%
5.	Singkong sekoci modal sedang	Rp. 8.942.300	28%
6.	Singkong kasesat uj-45 modal sedang	Rp. 7.490.500	16%

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR) Lanjutan

No	Nama Bibit Singkong	Modal	IRR
7.	Singkong garuda modal sedang	Rp. 8.191.830	20%
8.	Singkong Thailand modal sedang	Rp. 7.759.280	22%
9.	Singkong sekoci modal besar	Rp. 11.052.610	21%
10.	Singkong kasesat uj-45 modal besar	Rp. 10.015.950	16%
11.	Singkong garuda modal besar	Rp. 10.801.770	19%
12.	Singkong Thailand modal besar	Rp. 10.314.990	20%

Tabel 4.1 memaparkan hasil dari perhitungan *Internal rate Of Return* (IRR) untuk 4 (empat) jenis singkong yang berbeda dengan modal kecil, sedang, maupun besar dimana hasil ini memiliki tujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam tentang potensi keuntungan investasi pada tingkat modal tertentu.

4.1.1.1 Analisis Hasil Perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR)

Berdasarkan hasil tabel 4.1 diatas maka hasil analisis dari masing-masing bibit singkong dengan modal kecil, bibit singkong dengan modal sedang, dan bibit singkong dengan modal besar mendapatkan hasil bahwa bibit singkong sekoci dengan modal kecil memiliki nilai IRR tertinggi diantara bibit singkong modal kecil lainnya, ini menunjukkan bahwa tingkat pengembalian investasi lebih tinggi sebesar 7% dengan modal awal Rp. 5.850.600 dan mengindikasikan

potensi keuntungan yang baik sehingga dapat menjadi pilihan unggulan untuk para petani dengan modal kecil yang mencari tingkat pengembalian yang optimal. Untuk singkong kasesat uj-45 dengan modal kecil meskipun nilai IRR sedikit lebih rendah, dengan modal Rp. 5.445.150 tetapi tetap memberikan potensi pengembalian yang stabil jika petani ingin mengutamakan kestabilan dan memiliki toleransi resiko yang moderat maka cocok digunakan. Sedangkan untuk singkong garuda dan Thailand kedua bibit ini menunjukkan nilai IRR yang sama yaitu 5% yang menunjukkan masing-masing pengembalian investasi yang serupa.

Sedangkan untuk singkong sekoci modal sedang menonjol sebagai pilihan investasi yang sangat menguntungkan dengan tingkat pengembalian sebesar 28% dengan modal Rp. 8.942.300, ini menunjukkan bahwa investasi pada jenis bibit singkong ini dengan modal sedang memiliki potensi untuk memberikan keuntungan yang lebih tinggi, karena tingginya tingkat nilai IRR menggambarkan kemampuan investasi untuk menghasilkan arus kas positif yang substantial selama periode investasi. Kemudian untuk singkong kasesat uj-45 dengan modal sedang menampilkan tingkat pengembalian sebesar 16% dengan modal Rp. 7.490.500, meskipun lebih rendah dibanding singkong sekoci namun tingkat nilai IRR masih mengindikasikan potensi keuntungan yang dapat diterima meskipun dengan tingkat pengembalian lebih moderat. Untuk singkong garuda dengan modal sedang menunjukkan tingkat pengembalian sebesar 20% dengan modal Rp. 8.191.830 dimana dengan modal yang cukup tinggi dan nilai IRR yang tinggi jenis bibit ini dapat memberikan potensi keuntungan yang baik meskipun para petani perlu mempertimbangkan keberlanjutan dan stabilitas investasi mereka. Kemudian untuk singkong Thailand dengan modal sedang dengan tingkat pengembalian 22% ini menunjukkan bahwa jenis bibit ini memiliki potensi keuntungan yang menarik meskipun

modalnya lebih rendah yakni sebesar Rp. 7.759.280. namun tingkat pengembalian lebih tinggi membuat singkong Thailand dengan modal sedang mejadi opsi yang menarik.

Sedangkan singkong sekoci dengan modal besar menampilkan tingkat pengembalian sebesar 21%, meskipun modal yang dibutuhkan cukup tinggi dengan nilai Rp. 11.052.610 namun tingkat IRR yang kuat mencerminkan potensi keuntungan yang signifikan. Investasi bibit ini sesuai untuk para petani yang mencari potensi pengembalian yang cukup tinggi dan bersedia mengambil resiko besar. Kemudian untuk jenis singkong kasesat uj-45 dengan modal besar memberikan tingkat pengembalian sebesar 16%, dengan modal yang lebih rendah sebesar Rp. 10.015. 950 dapat menjadi pertimbangan bagi petani yang ingin mengurangi eksposur risiko. Untuk jenis singkong garuda dengan modal besar menampilkan tingkat pengembalian sebesar 19% dengan modal Rp. 10.801.770 dimana tingkat IRR menunjukkan bahwa investasi pada jenis bibit ini dapat memberikan keuntungan yang menarik, dengan modal yang cukup tinggi petani memastikan bahwa investasi ini sejalan dengan toleransi risiko dan tujuan investasi. Sedangkan untuk jenis bibit singkong Thailand dengan modal besar dengan tingkat pengembalian sebesar 20%, dengan modal Rp. 10.314.990 menunjukkan potensi keuntungan yang menarik dengan modal yang rendah membuat singkong Thailand menjadi pilihan yang menarik bagi petani yang mencari potensi keuntungan yang tinggi dengan risiko yang lebih terkendali.

Berdasarkan data tabel 4.1 hasil perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR) maka didapatkan hasil perengkingan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perengkingan Bibit Singkong

No	Nama Bibit Singkong	Hasil IRR
1.	Singkong sekoci modal sedang	28%
2.	Singkong Thailand modal sedang	22%
3.	Singkong sekoci modal besar	21%
4.	Singkong garuda modal sedang	20%
5.	Singkong Thailand modal besar	20%
6.	Singkong garuda modal besar	19%
7.	Singkong kasesat uj-45 modal sedang	16%
8.	Singkong kasesat uj-45 modal besar	16%
9.	Singkong sekoci modal kecil	7%
10.	Singkong Thailand modal kecil	5%
11.	Singkong kasesat uj-45 modal kecil	5%
12.	Singkong garuda modal kecil	5%

Dari hasil perengkingan dapat disimpulkan bahwa bibit singkong dengan modal sedang dan besar seperti singkong sekoci modal sedang (28%), singkong Thailand modal sedang (22%), dan singkong sekoci modal besar (21%) sangat menonjol dengan tingkat IRR yang signifikan. Meskipun bibit singkong dengan modal sedang menunjukkan tingkat IRR yang tinggi secara keseluruhan, terdapat variasi dalam tingkat pengembalian antara jenis bibit, ini dapat berpengaruh dalam pengambilan keputusan terhadap investasi berdasarkan jenis bibit.

Perbedaan signifikan antara bibit dalam tingkat IRR meskipun memiliki modal serupa, namun singkong sekoci modal sedang (28%) dan singkong Thailand modal sedang (22%) sebagai pilihan yang menjanjikan

4.1.2 Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* yang dapat dilihat pada tabel 4.3 hasil perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*

No	Nama Bibit Singkong	Hasil <i>Fuzzy Tsukamoto</i> (Z)
1.	Singkong sekoci modal kecil	713
2.	Singkong kasesat uj-45 modal kecil	662,42
3.	Singkong garuda modal kecil	702,6
4.	Singkong Thailand modal kecil	704
5.	Singkong sekoci modal sedang	1422,8
6.	Singkong kasesat uj-45 modal sedang	1319,32
7.	Singkong garuda modal sedang	1403,8
8.	Singkong Thailand modal sedang	1407
9.	Singkong sekoci modal besar	221
10.	Singkong kasesat uj-45 modal besar	805,32
11.	Singkong garuda modal besar	893,92
12.	Singkong Thailand modal besar	893,2

Dari data tabel 4.3 hasil perhitungan fuzzy Tsukamoto diatas maka dapat dipaparkan berdasarkan empat (4) jenis bibit singkong sekoci, singkong kasesat uj-45, singkong garuda dan singkong Thailand. Hal ini memiliki tujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam kepada petani dalam menentukan pilihan yang tepat terhadap bibit singkong dengan tingkat modal tertentu.

4.1.2.1 Analisis Hasil Perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*

Berikut ini adalah penjelasan dari analisis perhitungan *fuzzy Tsukamoto* dimana variable input data mencakup harga bibit singkong, produktivitas, ketersediaan bibit, keuntungan finansial (IRR), modal produksi, harga singkong, lama investasi, dan potongan tonase dimana variable output berupa nilai terendah atau tertinggi dari nilai keanggotaan.

Berdasarkan urutan *fuzzy* yang telah dibuat sebelumnya, maka langkah pertama adalah menentukan aturan *fuzzy* untuk setiap kondisi input data, kemudian Langkah kedua yaitu penerapan *fuzzyfikasi* dimana dengan menggunakan aturan *fuzzy* dan kondisi maka dapat dilakukan *fuzzyfikasi* untuk menentukan nilai derajat keanggotaan masing-masing variable. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *inferensi* berdasarkan nilai derajat keanggotaan yang dihasilkan dari *fuzzifikasi*, maka dapat dilakukan *inferensi* untuk menentukan hasil *fuzzy Tsukamoto*. Langkah terakhir yaitu menghitung nilai akhir dengan memperhitungkan semua hasil *fuzzy tsukamoto* yang dapat menyimpulkan hasil analisis sebagai berikut.

Berdasarkan data hasil perhitungan maka dapat diketahui bahwa untuk singkong sekoci modal kecil bernilai 713, dengan menggunakan aturan *fuzzy*, nilai derajat keanggotaan tertinggi terletak pada himpunan *fuzzy* “Tinggi” sehingga hasil *fuzzy Tsukamoto* adalah “Tinggi”. Hasil ini menunjukkan tingkat keberhasilan atau potensi varietas tersebut. Untuk singkong kasesat uj-45 modal kecil dengan menghasilkan nilai *fuzzy*

Tsukamoto sebesar 662,42 ini menunjukkan penilaian relative terhadap tingkat keberhasilan varietas, meskipun memiliki nilai *fuzzy* yang lebih rendah. Untuk singkong garuda modal kecil, memberikan hasil sebesar 702,6 angka ini mencerminkan evaluasi potensi varietas dengan mempertimbangkan hasil pertumbuhan dan produksi singkong dimana dapat dianggap sebagai pilihan yang stabil untuk pertanian dengan modal terbatas. Kemudian singkong Thailand dengan modal kecil memiliki hasil *fuzzy Tsukamoto* sebesar 704, dimana memiliki tingkat keberhasilan yang kooperatif dengan varietas lainnya.

Sementara untuk singkong sekoci modal sedang menunjukkan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dengan hasil *fuzzy Tsukamoto* sebesar 1422,8 dimana varian ini menonjol dalam kondisi modal sedang dan sebuah pilihan yang baik untuk petani yang dapat mengakses modal tambahan serta memiliki potensi hasil panen yang menguntungkan. Berikut singkong kasesat uj-45 memberikan hasil sebesar 1319,32 varian ini menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi dalam konteks modal sedang, dimana pilihan yang baik untuk pertanian dengan modal sedang dengan kecenderungan hasil yang stabil. Selanjutnya untuk singkong garuda modal sedang menunjukkan hasil sebesar 1403,8 dimana varian ini menawarkan potensi yang signifikan dalam kondisi modal sedang, opsi yang menjanjikan terutama untuk petani yang mencari hasil yang tinggi dengan modal yang lebih besar. Selanjutnya singkong Thailand dengan modal sedang menunjukkan hasil 1407 dimana memiliki tingkat keberhasilan yang sangat baik dalam kondisi modal sedang dengan varian yang stabil dengan hasil panen yang konsisten.

Selanjutnya singkong sekoci modal besar menunjukkan hasil sebesar 221 yang mana dalam modal besar performa kurang baik hal ini dipengaruhi oleh factor-faktor manajemen tanaman yang menyebabkan hasil yang rendah. Kemudian singkong kasesat uj-45 menghasilkan nilai sebesar 805,32 dimana varian ini menunjukkan peningkatan yang

signifikan dalam kondisi modal besar. Hal ini menjadi opsi yang menarik untuk pertanian dengan modal besar menjanjikan hasil yang lebih tinggi. Selanjutnya singkong garuda modal besar menunjukkan hasil hasil 893,92 dimana varian ini menonjol dalam kondisi modal besar dengan hasil panen yang tinggi serta menawarkan tingkat keberhasilan yang konsisten. Sementara singkong Thailand modal besar menunjukkan hasil sebesar 893,2 dalam scenario modal besar, varian ini menampilkan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi petani dapat memilihnya sebagai opsi pilihan utama untk hasil optimal dengan kondisi kuat, stabil dan konsisten.

Berdasarkan data tabel 4.3 hasil perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* maka didapatkan hasil perengkingan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Perengkingan Bibit Singkong Metode *Fuzzy Tsukamoto*

No	Nama Bibit Singkong	Hasil <i>Fuzzy Tsukamoto</i>
1.	Singkong sekoci modal sedang	1422,8
2.	Singkong Thailand modal sedang	1407
3.	Singkong garuda modal sedang	1403,8
4.	Singkong kasesat uj-45 modal sedang	1319,32
5.	Singkong garuda modal besar	893,92
6.	Singkong Thailand modal besar	893,2
7.	Singkong kasesat uj-45 modal besar	805,32
8.	Singkong sekoci modal kecil	713
9.	Singkong Thailand modal kecil	704
10.	Singkong garuda modal kecil	702,6
11.	Singkong kasesat uj-45 modal kecil	662,42
12.	Singkong sekoci modal besar	221

Dari hasil tabel 4.4 perengkingan bibit singkong metode *fuzzy Tsukamoto* maka didapatkan hasil kesimpulan bahwa singkong sekoci modal sedang dengan nilai 1422,8, menempati peringkat tertinggi ini menunjukkan bahwa sekoci modal sedang pada varietas dikombinasikan dengan hasil fuzzy yang sangat baik dan dan pilihan utama dengan kinerja terbaik. Sementara singkong Thailand modal sedang menempati peringkat kedua dengan nilai *fuzzy* 1407, dimana varian ini menunjukkan kinerja yang sangat baik dan dapat dianggap sebagai alternatif yang kuat, sebagai rekomendasi singkong ini pilihan yang kuat sebagai alternatif yang baik. Sedangkan peringkat ketiga berada pada singkong garuda modal sedang dengan nilai 1403,8, meskipun nilainya sedikit lebih rendah varitas ini masih merupakan pilihan yang sangat baik. Sebagai rekomendasi singkong ini menjadi pilihan yang kuat dengan kinerja yang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari data-data yang telah ada tentang implemetasi Fuzzy Tsukamoto dan Internal Rate Of Return Dalam Penentuan Bibit Singkong Yang Tepat Untuk Wilayah Lampung Tengah maka penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Singkong sekoci modal sedang muncul sebagai pilihan unggul dengan tingkat IRR mencapai 28% yang mencerminkan potensi pengembalian investasi yang sangat baik, dengan dukungan hasil *fuzzy Tsukamoto* yang tinggi yakni 1422,8 memberikan keyakinan tambahan akan kesesuaian varietas singkong dengan kondisi pertanian. Ini menunjukkan bahwa proyek ini layak untuk mendapatkan prioritas tinggi dalam alokasi sumber daya.
2. Analisis hasil ini menyoroti pentingnya evaluasi terus-menerus terhadap proyek pertanian dan dalam perubahan kondisi pertanian dimana perlunya pemantauan konstan untuk menjaga keberlanjutan dan kesuksesan jangka panjang varietas singkong.

5.2 Saran

1. Prioritaskan investasi pada singkong sekoci modal sedang dengan tingkat IRR 28%, dan hasil *fuzzy tsukamoto* yang optimal yakni 1422,8 dengan mengalokasikan sumber daya dan strategi pemasaran dengan cermat untuk pengembalian investasi yang optimal.
2. Untuk memastikan akurasi dan relevansi pembaharuan modal *fuzzy tsukamoto* dengan data pertanian terbaru hal ini akan meningkatkan penilaian yang akurat terhadap varietas singkong dengan kondisi pertanian.

Daftar Pustaka

- [1] M. . Ir. Khresna Rajasa., *Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura Kabupaten Lampung Tengah*. Lampung Tengah, 2021.
- [2] N. K. Poniasih, “Kolaborasi Pemerintah Kampung Dengan Perusahaan,” vol. 3257, pp. 34–41, 2021.
- [3] D. Purnomo and M. P. Kusuma, “Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi singkong di Kota Salatiga,” *J. Econ. Res. Policy Stud.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–59, 2022, doi: 10.53088/jerps.v2i1.11.
- [4] M. T. Rustam,.S.Kom, (STMIK Dian Cipta, M. K. (Universitas T. I. I. W. Cendikia Kotabumi) Nurmayanti M.Kom (STMIK Dian Cipta Cendikia Kotabumi) Sukatmi,.S.Kom., M.Kom (AMIK DCC Bandar Lampung) Sampurna Dadi Riskiono, and M. T. M. L. Pratama, S.Kom., “Jurnal Informasi Dan Komputer Vol.10,” *J. Inf. DAN Komput. Vol.10*, no. 1, 2022.
- [5] G. Prakarsa and V. M. Nasution, “Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Tsukamoto,” *In Search*, vol. 18, no. 2, pp. 190–201, 2019, doi: 10.37278/insearch.v18i2.223.
- [6] E. M. Manihuruk, H. Harianto, and N. Kusnadi, “Analisis Faktor Yang Memengaruhi Petani Memilih Pola Tanam Ubi Kayu Serta Efisiensi Teknis Di Kabupaten Lampung Tengah,” *J. AGRISEP Kaji. Masal. Sos. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 17, no. 2, pp. 139–150, 2018, doi: 10.31186/jagrisep.17.2.139-150.
- [7] R. Iswandari *et al.*, “Analisis peramalan produksi singkong dan kelayakan finansial agroindustri mocaf di provinsi lampung,” *J. Pro Bisnis*, vol. 14, no. 1, pp. 21–32, 2021.
- [8] P. Sihombing, Y., Widiarti, R & Usti, F, S, S, “Sistem Pendukung Kepuasan Untuk Pemilihan Bibit Semangka Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *J. Cyber Tech*, vol. Vol.10 No., no. x, pp. 1–12, 2020.
- [9] B. Betrisandi and B. Bahrin, “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Awal Penerima Kartu Indonesia Sehat (KIS) Menggunakan Metode ARAS,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 300–308, 2022, doi:

10.32672/jnkti.v5i2.4204.

- [10] A. Hasudungan Lubis, J. Hakim Lubis, and D. Rizky Aprillya, “Perbandingan Metode MADM dalam Memilih Pegawai Terbaik dengan Pembobotan Objektif,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 3, pp. 1446–1454, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i3.6232.
- [11] E. Situmorang and F. Rindari, “Decision Support System For Selection Of The Best Doctors In Sari Mutiara Hospital Using Fuzzy Tsukamoto Method,” *J. Tek. Inform. C.I.T*, vol. 11, no. 2, pp. 45–50, 2019, [Online]. Available: www.medikom.iocspublisher.org/index.php/JTI
- [12] A. Setyono and S. N. Aeni, “Development of decision support system for ordering goods using fuzzy Tsukamoto,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 1182–1193, 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i2.pp1182-1193.
- [13] W. Eka Sari, A. Franz, and N. Valentine, “Sistem Pakar Diagnosis Hama Penyakit Tanaman Jeruk Keprok Borneo Prima (*Citrus Reticulata*) Dengan Fuzzy Tsukamoto,” *J. Kaji. Ilm.*, vol. 22, no. 3, pp. 279–292, 2022, doi: 10.31599/jki.v22i3.1524.
- [14] C. A. Sari, W. S. Sari, and U. D. Nuswantoro, “Expert System for Diagnosing Potential Diabetes Attacks Using the Fuzzy Tsukamoto,” vol. 7, no. 2, pp. 146–161, 2022.
- [15] R. Purba and M. Fairuzabadi, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Salak Kualitas Super dengan Metode Fuzzy (Studi Kasus : Kebun Salak Bapak Ertawan di Desa Perugaian),” pp. 44–49.
- [16] L. Wang and H. Garg, “Algorithm for multiple attribute decision-making with interactive archimedean norm operations under pythagorean fuzzy uncertainty,” *Int. J. Comput. Intell. Syst.*, vol. 14, no. 1, pp. 503–527, 2021, doi: 10.2991/ijcis.d.201215.002.
- [17] P. Angelia, R. Munadi, and N. M. Adriansyah, “Frequency recommendation for long term evolution network implementation using simple multi attribute rating technique,” vol. 25, no. 3, pp. 1563–1570, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v25.i3.pp1563-1570.
- [18] A. Economics and D. Library, “This document is discoverable and free to

researchers across the globe due to the work of AgEcon Search . Help ensure our sustainability .”.

- [19] F. F. Addini and D. Haryanto, “PENDAHULUAN Pada era revolusi industri 4 . 0 , salah satu kemampuan dasar yang seharusnya dimiliki oleh masyarakat adalah kemampuan dalam menggunakan komputer . Teknologi komputer berkembang begitu pesat , termasuk di dalamnya berbagai macam perangkat lun,” vol. 6, no. 3, pp. 307–314, 2023.
- [20] M. I. Siregar *et al.*, “Peningkatan Keterampilan Home Industri Desa Muara Penimbung Ilir Ogan Ilir Dalam Menyusun Laporan Keuangan Menggunakan Aplikasi Microsoft Excel,” *J. Abdimas Mandiri*, vol. 7, no. 1, pp. 21–26, 2023, doi: 10.36982/jam.v7i1.2917.
- [21] E. Astuti, P. Yunita, F. Tambunan, F. S. Wahyuni, R. I. Setiyawati, and T. Informatika, “Pelatihan Pengenalan dan Penerapan Aplikasi Komputer Microsoft Excel pada SMU Swasta Dharmawangsa Medan,” *ABDIKAN J. Pengabd. Masy. Bid. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–57, 2023, doi: 10.55123/abdikan.v2i1.1660.
- [22] K. Pertubuhan *et al.*, “Characterization of Growth Yield, Starch and HCN Content in Different Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Clones,” *J. Trop. Upl. Resour. ISSN*, vol. 03, no. 01, pp. 45–53, 2021.