**Kualitas Kopi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto: Studi Kasus pada Variasi Kadar Kafein dan Roasting Di PT. Delta Coffe Roastery**

**Muhammad Dimas Santoso1, Nur Wakhidah2**

1,2 Universitas Semarang, Kota Semarang

*Corresponding author* :

**1**muhdimassantoso2507@gmail.com

**Abstrak**

Indonesia mampu memiliki kopi dengan kualitas yang sangat beragam dari kualitas yang baik hingga kualitas paling baik.secara umum ada 2 jenis kopi yaitu arabica dan robusta. Menurut kementrian pertanian 2017 jenis kopi di Indonesia terkenal dengan robusta karena produksi kopi bisa mencapai 693,3 ribu ton pertahun, karena itulah kepopuleran kopi sebagai minuman yang sangat digemari oleh masyarakat dunia yang tidak lepas dari cita rasa yang khas dan juga khasiat yang dimilikinya. Logika fuzzy sendiri logika yang kabur, atau mengandung unsur ketidakpastian dan logika tegas, kita hanya mengenal nilai salah atau benar, 0 atau 1. metode Tsukamoto (logika fuzzy) setiap konsekuensi pada aturan berbentuk IF-THEN yang dimana harus direpresentasikan dengan suatu himpunan dengan fungsi keanggotaannya yang menoton, dengan himpunan tersebut mengubah input(berupa himpunan fuzzy yang di peroleh dari aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada dominan fuzzy menentukan nilai output dengan mengubah nilai input.Dari hasil tersebut mendapatkan hasil kualitas kopi terbaik sebesar 6 maka dari kesimpulan bahwa kopi yang memiliki kafein 1,5 dan roasting 6 menghasilkan nilai baik dalam penentuannya.

**Kata Kunci :** Biji Kopi, Logika Fuzzy, Fuzzy Tsukamoto, Prediksi Kualitas kopi.

**Abstract**

*Indonesia is able to have coffee with very diverse qualities, from good quality to the best quality. In general, there are 2 types of coffee, namely Arabica and Robusta. According to the Ministry of Agriculture in 2017, the type of coffee in Indonesia is known as Robusta because coffee production can reach 693.3 thousand tons per year, which is why the popularity of coffee as a drink that is very popular among people around the world cannot be separated from its distinctive taste and properties. Fuzzy logic itself is vague logic, or contains elements of sharp and firm logic, we only recognize the value of false or true, 0 or 1. Tsukamoto method (fuzzy logic) every consequence of a rule is in the form of IF-THEN which must be represented by a a set with a unitary function that observes, with this set changing the input (in the form of a fuzzy set obtained from fuzzy rules) into a number in the dominant fuzzy determine the output value by changing the input value. From these results we get the best coffee quality result of 6 then from The conclusion is that coffee that has a caffeine of 1.5 and a roast of 6 produces a good value in the determination.*

**Keywords:** *Coffee Beans, Fuzzy Logic, Fuzzy Tsukamoto, Coffee Quality Prediction***.**

**PENDAHULUAN**

Indonesia mampu memiliki kopi dengan kualitas yang sangat beragam dari kualitas yang baik hingga kualitas paling baik.secara umum ada 2 jenis kopi yaitu arabica dan robusta. Dimana kopi tersebut tumbuh berbeda pada ketinggian seperti kopi arabika tumbuh diatas ketinggian 1000 mdpl, namun lahan petani kopi sebagai besar di ketinggian 700 hingga 900 mdpl (Yunida et al., 2021). Menurut kementrian pertanian 2017 jenis kopi di Indonesia terkenal dengan robusta karena produksi kopi bisa mencapai 693,3 ribu ton pertahun, karena itulah kepopuleran kopi sebagai minuman yang sangat digemari oleh masyarakat dunia yang tidak lepas dari cita rasa yang khas dan juga khasiat yang dimilikinya (Elvia Risti, 2021)

Salah satu kandungan kimia yang spesifik dalam kopi adalah kafein dan dalam kafein berinterkasi dengan senyawa-senyawa lai dalam biji kopi(Indis et al., 2023). Kafein sendiri adalah sejenis senyawa turunan alkaloid yang bisa ditemukan dalam kopi, kefein memiliki efek farmakologis yang banyak bermanfaat secara klinis seperti menstimulasi susunan saraf pusat, menghilangkan efek rasa letih, lapar dan ngantuk dan meningkatkan daya konsentrasi jantung. Sedangkan alkaloid sendiri salah satu cirinya adalah berasa pahit yang di sebabkan oleh kandungan kafeinnya dan tersebar hampir disemua bagian tumbuhan kopi namun dengan kadar yang berbeda-beda(Abriyani et al., 2022).

Proses pengolahan dalam biji kopi salah satunya adalah pengolahan sekunder atau dibuat bubuk kopi, penyangraian salah satu proses olahan dalam pembuatan bubuk kopi. Tujuan tersebut mensintesakan senyawa dalam pembentukan aroma dan rasa yang khas. Proses sangrai untuk mengurangi kandungan kadar air pada biji mentah, jika sesuai standar mutu kopi kering sekitar 12,5% yang dimana kondisi kadar air kopi masih tergolong keras. Sehingga dibutuhkan pemanasan kembali hingga berwarna hitam pekat agar kadar air benar-benar sesuai standar mutu(- et al., 2017).

Logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika fuzzy sendiri logika yang kabur, atau mengandung unsur ketidakpastian dan logika tegas, kita hanya mengenal nilai salah atau benar, 0 atau 1. Oleh karena itu semua yang mempunya keanggotaan 0 atau 1, artinya bisa bernilai ya atau tidak(Saelan, 2009).

Pada metode Tsukamoto (logika fuzzy) setiap konsekuensi pada aturan berbentuk IF-THEN yang dimana harus direpresentasikan dengan suatu himpunan dengan fungsi keanggotaannya yang menoton, dengan himpunan tersebut mengubah input(berupa himpunan fuzzy yang di peroleh dari aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada dominan fuzzy menentukan nilai output dengan mengubah nilai input(Silaban, 2021). Pada tahapan ini setelah mengumpulkan data, maka peneliti menerapkan metode Tsukamoto dalam kualitas kopi dengan studi kasus kafein dan roasting. Tahapan tersebut meliputi variable fuzzy, penentuan himpunan fuzzy, fuzzyfikasi, pembentuan aturan/ rule dalam bentuk IF THEN.

Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik melakukan penelitian di perusahaan PT. Delta Coffe Roastery dimana dapat menganalis, mendapatkan data primer mengenai kopi dalam melakukan kulaitas kopi dengan studi kasus kafein dan roasting yang ada di perusahaan tersebut, penelitian tersebut menggunakan metode fuzzy untuk mendapatkan hasil dari dari predikat.

**METODE PENELITIAN**

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Delta Coffe Roastery semarang, penelitian dilakukan dengan wawancara dan analisis di perusuahaan tersebut dengen meteode fuzzy Tsukamoto menjelaskan tentang nilai kafein dan warna roasting dalam memproduksi biji kopi sangrai, berikut tahapan dalam penelitian

Pengumpulan data

Pengolahan data

Penerapan metode fuzzy tsukamoto

1. Fuzzyfikasi
2. Pembentukan aturan
3. Analisisi logika fuzzy
4. Defuzzyfikasi

Analisis metode

Kesimpulan dan saran

Pembuatan laporan hasil dari metdoe tsukamoto

1. Pengumpulan data, penulis melakukan pengumpulan data nelalui observasi, wawancara yang dimana agar bisa memahami prosedur dalam pengumpulan data.
2. Pengolahan data, mengolah data untuk menghasilkan informasi atau menghasilkan data mentah. Rangkaian pengolahan data nantinya membetuk informasi
3. Analisis dan penerapan metode, tahap ini dimulai dengan menganalisis permasalahan dalam kualitas kopi dengan studi kasus kafein dan roasting, kemudian menganalisa menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk mendapatkan hasil dari permasalahan.
4. Laporan hasil analisis, pada tahap ini penulis membuat laporan dari keseluruhan penelitian, untuk dapat melihat hasil dari penelitian.
5. Kesimpulan dan Saran, pada bagian ini berisi hasil kesimpulan dari permasalahan yang sudah di dapat dalam penerapan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dalam kualitas kopi dengan studi kasus kafein dan roasting. Pada tahap ini akan diberikan saran untuk dapat dikembangkan dan di olah lebih lanjut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. **Penerapran Tsukamoto**

Proses menggunakan metode Tsukamoto dalam menentukan kafein dan roasting biji kopi, adapun kriteria diantaranya adalah sebagai berikut:

Tabel 1.

Kriteria dan Variabel

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variable | Himpunan Fuzzy | Domain |
|  |  | Rendah | 0-1.2 mg/100ml |
|  Variabel Input | Kadar kafein | Sedang | 1-2 mg/100ml |
|  | Tinggi | 1.8-3 mg/100ml |
|  |  |  |
| Tingkat Roasting | Light | 1-3  |
|  | Medium | 2-5  |
|  | Dark | 4-7 |
|  Variabel Output |  |  |  |
| Kualitas Kopi | Buruk | 0-4  |
|  | Sedang | 3-7  |
|  | Baik | 6-10  |

1. **Fuzzyfikasi**

Fuzzyfikasi untuk mengubah data tegas menjadi data fuzzy, dalam penelitian ini menggunakan 3 variabel himpunan fuzzy yaitu Rendah, Sedang dan Tinggi sebagai variable input dan sebagai variable output sebagai kualitasnya.

1. Kadar Kafein terdapat 3 himpunan fuzzy :

Rendah = [0-1.2 mg/100ml]

Sedang = [1-2 mg/100ml]

Tinggi = [1.8-3 mg/100ml]

Hasil fungsi keanggotaan dapat dilihat dalam gambar.



 Gambar 1.1

Fungsi keanggotaan himpunan Rendah, Sedang dan Tinggi dari variable Kafein :

 0

μkefeinRendah [x] = x < 0

 x – 0 , 0 < x < 1.0

 1.0 – 0

 1.2 – x, 1.0 < x < 1.2

 1.2 –1.0

 0 x > 1.2

 0

μkefeinSedang [x] = 0,x < 1.0

 x – 1.0 , 1.0 < x < 1.2

 1.2 – 1.0

 1 1.2 < x < 1.8

 2.0 – x , 1.8 < x < 2.0

 2.0 – 1.8

 x > 2.0

 0

 0

μkefeinTinggi [x] = x < 1.8

 x – 1.8 , 1.8 < x < 2.0

 2.0 – 1.8

 1 2.0 < x < 3.0

 0 x > 3.0

1. Tingkatan Roasting terdapat 3 himpunan fuzzy :

Light = [1-3]

Medium = [2-5]

Dark = [4-7]

Hasil fungsi keanggotaan dapat dilihat dalam gambar.



 Gambar 1.2

 0

μtingkatroastingLight [y] = y < 1

 y – 1 , 1 < y < 2

 2 – 1

 3 – y , 2 < y < 3

 3– 2

 0 y > 3

μingkatroastingMedium [y] = 0 y < 2

 y – 2­ , 2 < y < 3

 3 – 2

 1 3 < y < 4

 5 – x , 4 < y < 5

 5 – 4

 0 y > 5

μingkatroastingDark [y] = 0 y < 4

 y – 4 , 4 < y < 5

 5 – 4

 1 5 < y < 6

 7 – y , 6 < y < 7

 7 – 6

 0 y > 7

1. Kualitas Kopi terdapat 3 himpunan fuzzy :

Buruk = [0-4(skala 0-10)]

Sedang = [3-7 (skala 0-10)]

Baik = [6-10 (skala 0-10)]

Hasil fungsi keanggotaan dapat dilihat dalam gambar.



 Gambar 1.3

μkualitaskopiburuk [z] = 0 z < 2

 4 – z , 2 < z < 4

 4 – 2

 0 z > 4

μkualitaskopiSedang [z] = 0 z < 3

 x – 3 , 3 < z < 4

 4 - 3

 1 4 < z < 6

 7 – z , 6 < z < 7

 7 – 6

 0 x > 7

μkualitaskopiBaik [z] = 0 z < 6

 z – 6 , 6 < z < 7

 7 – 6

 1 7 < z < 10

 0 x > 10

1. **Studi kasus**

Sebagai Studi Kasus tersebut perusahaan ingin mendapatkan tingkat kualitas kopi dengan kadar kefein sebesar 1,5mg dan tingkat roasting sebesar 6, maka nilai fuzzy himpunan keanggotaanya adalah:

1. Nilai keanggotaan himpunan kadar Kafein Rendah , Sedang dan Tinggi adalah :

µkafeinRendah[1,5]=0

µkafeinSedang[1,5]=1

µkafeinTinggi[1,5]=0

1. Nilai keanggotaan himpunan tingkat Roasting Light, Medium, dan Dark adalah :

µroastingLight[6]=0

µroastingMedium[6]=0

µroastingDark[6]=1

1. **Inferensi Fuzzy**

[RI] Jika kadar kafein **Rendah** AND roasting **Light** maka kualitas kopi **Buruk**.

[R2] Jika kadar kafein **Rendah** AND roasting **Medium** maka kualitas kopi **Buruk**.

[R3] Jika kadar kafein **Rendah** AND roasting **Dark** maka kualitas kopi **Sedang**.

[R4] Jika kadar kafein **Sedang** AND roasting **Light** maka kualitas kopi **Sedang**.

[R5] Jika kadar kafein **Sedang** AND roasting **Medium** maka kualitas kopi **Baik**.

[R6] Jika kadar kafein **Sedang** AND roasting **Dark** maka kualitas kopi **Baik**.

[R7] Jika kadar kafein **Tinggi** AND roasting **Light** maka kualitas kopi **Baik**.

[R8] Jika kadar kafein **Tinggi** AND roasting **Medium** maka kualitas kopi **Sedang**.

[R9] Jika kadar kafein **Tinggi** AND roasting **Dark** maka kualitas kopi **Buruk.**

1. **Analisa logika Fuzzy**

[R6] Jika kadar kafein **Sedang** AND roasting **Dark** maka kualitas kopi **Baik**.

Nilai keanggotaan untuk setiap aturan Fuzzy [R6] dinotasikan dengan a6 dengan rumus berikut:

α6 = μkafeinSedang ∩ μroastingDark

= min μkafeinSedang[1,5], μrostingDark[6]

= min (1,1)

= 1

z6-6 = 1

 1

Z6 = 6

1. **Defuzifikasi**

Menentukan nilai defuzifikasi untuk menentukan output crips nya.

Z=a6\*z6

 a6

Z=1\*6

 1

𝒛= 6

Jadi hasil perhitungan menggunakan fuzzy tsukamoto adalah :

Hasil Perhitungan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Kafein | Tingkatan Roasting | Hasil Z |
| 1 | 1.5 | 6 | 6 |

**KESIMPULAN**

Metode Tsukamoto dalam dapat diterapkan dalam menentukan kualitas kopi dimana melalui beberapa proses dari data variable input yaitu kadar kafein dan tingkatan roasting dan variable output dalam menentukan kualitas kopi. Dalam proses perhitungan terdapat Sembilan rule dalam inferensi fuzzy, dari hasil inferensi akan diubah menjadi nilai crips yang dilakukan dalam proses defuzzyfikasi. Dari hasil tersebut mendapatkan hasil kualitas kopi terbaik sebesar 6 maka dari kesimpulan bahwa kopi yang memiliki kafein 1,5 dan roasting 6 menghasilkan nilai baik dalam penentuannya.

**SARAN**

Diperlukan banyak variable lagi agar lebih komplek dalam penentuaanya dan dilakukan menggunakan penggabungan dua metode yang lebih baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

-, R. S., Aidha, Z. R., & Satrio, F. T. (2017). Monitoring Suhu Proses Sangrai Biji Kopi. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, *12*(2), 63. https://doi.org/10.30630/jipr.12.2.50

Abriyani, E., Yanti, D., Yuliani, Y., Shapa Azzahra, S., & Aldi Firdaus, M. (2022). Analisis Kafein Dalam Kopi Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, *1*(5), 1398–1409. https://doi.org/10.59188/jcs.v1i5.175

Elvia Risti. (2021). *Identifikasi Jenis Biji Kopi Pilihan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( Anfis ) Berdasarkan*.

Indis, R. A., Sari, M. S., & Wibowo, S. G. (2023). Analisis Kadar Kafein Dalam Biji Kopi Arabika (Coffea arabika) Berdasarkan Tempat Tumbuh Di Kabupaten Bener Meriah. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, *8*(2), 44. https://doi.org/10.23960/aec.v8i2.2023.p44-52

Saelan, A. (2009). Logika Fuzzy. *Makalah If2091 Struktur Diskrit Tahun 2009*, *1*(13508029), 1–5.

Silaban, K. N. (2021). Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Besarnya Gaji Karyawan Pada Hotel Grand Antares. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics …*, *1*(1), 20–26. https://djournals.com/jieee/article/view/56%0Ahttps://djournals.com/jieee/article/download/56/168

Yunida, Y., Kamaluddin, M. T., Theodorus, T., & Mangunsong, S. (2021). Formulasi dan Karakterisasi Nanopartikel Kafein Hasil Isolasi dari Biji Kopi Robusta. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, *7*(1), 47–59. https://doi.org/10.35311/jmpi.v7i1.68