

Pengembangan Model Perhitungan Kompleksitas Proses Sangrai Kopi Indonesia Menuju Sistem Otomatisasi

(Pengembangan Model Perhitungan Kompleksitas Proses Sangrai Kopi Indonesia Menuju Sistem Otomatisasi)

Hendri DS Budiono, Oka Suputra, Trimitra Mahesa Aditya, M. Anindya Fausta, Rahman M. Zuhuda

ABSTRACT

Kemampuan menyangrai kopi untuk memperoleh mutu produk biji kopi yang konsisten dan sesuai dengan preferensi pasar menjadi hal penting dalam pertumbuhan industri kopi Indonesia yang terus meningkat secara kualitas dan kuantitas. Keahlian menyangrai dikembangkan melalui pengalaman ataupun uji coba yang berulang kali sehingga memiliki potensial resiko dan memakan waktu operasional serta biaya yang tidak sedikit. Penelitian ini menghadirkan pemodelan perhitungan kompleksitas sistem manufaktur proses sangrai kopi sebagai salah satu jenis alat ukur sebuah proses untuk menilai proses yang ada serta mengestimasi biaya awal di tahapan desain sebelum meningkat pada proses otomatisasi proses sangrai. Oleh karena itu, peneliti mengadaptasi dan mengembangkan pemodelan perhitungan kompleksitas ke dalam ruang lingkup sangrai kopi untuk mengidentifikasi parameter yang mempengaruhi proses sangrai serta relasinya terhadap produk biji kopi yang dihasilkan. Diharapkan model ini nantinya bisa dijadikan awalan menuju proses otomatisasi dan perkiraan biaya sehingga dapat dijadikan investasi bagi penyangrai kopi agar dapat terbantu untuk menentukan hasil produk mutu biji kopi yang dituju dengan proses kerja yang lebih efisien dan efektif.

Kata kunci: Perancangan, Kompleksitas, Sangrai Kopi, Otomatisasi

1. PENDAHULUAN

Kopi adalah salah satu minuman yang populer untuk dikonsumsi setiap hari di seluruh dunia karena efek positifnya yang dapat meningkatkan fokus dan mengatasi rasa kelelahan. Menurut kementerian ekonomi Indonesia (2021), industri kopi di Indonesia telah bertumbuh 250% dalam 10 tahun terakhir sehingga Indonesia berhasil menjadi produsen kopi nomor 4 terbesar di dunia. Ini juga ditambah dengan data dari Iconomics (2021) bahwa tingkat konsumsi domestik kopi rata-rata meningkat 8,2% per tahun (120 ribu ton) dari 2016 sampai 2021. Peluang ini menjadi potensial bagi masyarakat Indonesia untuk turut mengembangkan proses bisnis kopi lokal dari hulu ke hilir. Salah satu proses yang penting dalam pembuatan secangkir kopi yang siap disajikan untuk konsumen adalah proses sangrai kopi (*coffee roasting*).

Sangrai kopi adalah sebuah proses dimana biji kopi hijau, yang belum mempunyai rasa yang diinginkan,

dipanaskan dalam sebuah mesin sangrai (*roaster*) untuk mengeluarkan aroma dan citarasa yang sangat khas di secangkir kopi. Menyangrai kopi menentukan 25% hasil mutu dari produk kopi menurut BSN (2020). Proses penting ini dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tahapan: pre-heating, heating, dan cooling. Setiap tahapan mempengaruhi kualitas kopi yang dihasilkan; jika terjadi sebuah perubahan di salah satu tahap tersebut maka kopi yang dihasilkan akan memiliki citarasa dan kualitas yang berbeda.

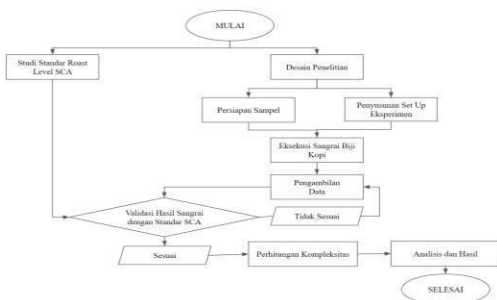
Proses sangrai kopi tersebut cukup kompleks dan memerlukan keahlian operator yang memiliki pengalaman bertahun-tahun. Sering sekali pengalaman tersebut dipelajari oleh diri sendiri melalui proses uji coba yang banyak dalam kurun waktu yang panjang. Ilmu dan keterampilan mengenai bagaimana sebuah biji kopi berubah dalam proses sangrai, temperatur apa yang cocok, mengatur laju udara di mesin sangrai, sampai dengan mengatur rotasinya drum sangrai merupakan hal yang penting untuk penyangrai. Oleh karena itu, para pemula penyangrai kopi pada umumnya memiliki kurva pembelajaran yang menantang saat memulai karier sangrai mereka.

Jadi tidak heran proses sangrai kopi sering memiliki harga yang cukup tinggi dan bisa berubah harga jika satu variabel kecil pun diubah.

Berdasarkan masalah ini, peneliti mengusulkan penggunaan kompleksitas model *W. H. El-Maraghy* dalam proses sangrai kopi yang bertujuan untuk menentukan biaya proses tersebut dengan akurat. Dalam penelitiannya, *W. H. El-Maraghy* mengembangkan sebuah model penilaian untuk menentukan kompleksitas dan karakteristik suatu produk dan proses manufakturnya. Penilaian kompleksitas tersebut dilihat dari segi kompleksitas produk (*CI*), kompleksitas proses (*PI*), dan kompleksitas operasional (*OI*). Dia mendefinisikan kompleksitas sebagai jumlah informasi yang berkaitan dengan produk secara fisik dan proses pembuatannya. Peneliti percaya dengan menggunakan model ini dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses sangrai kopi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh parameter penting dalam pembentukan indeks kompleksitas proses sangrai kopi dengan menggunakan biji kopi Arabika Gayo dan Arabika Solok Radjo sebagai tahapan awal representasi kopi Indonesia sehingga dapat dibentuk model perhitungan indeks kompleksitas sangrai kopi yang dapat dijadikan referensi menuju sistem otomatisasi sangrai kopi.

2. METODE PENELITIAN

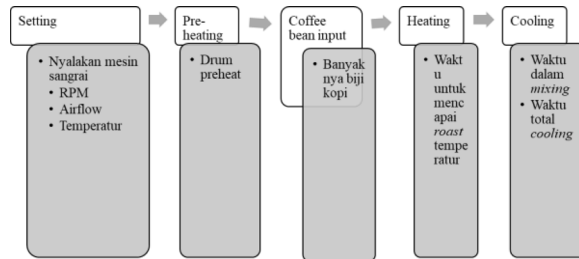
Untuk menunjang penelitian, dilakukan perencanaan penelitian bersifat eksperimen yang dituangkan ke dalam skema alur penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Skema Alur Penelitian Garis Besar

1. Proses Sangrai Biji Kopi

Untuk dapat mengidentifikasi komponen serta tahapan dari sangrai kopi, maka dirancang diagram alur kerja yang dapat memudahkan perhitungan untuk pengembangan model kompleksitas dalam tahapan berikutnya.

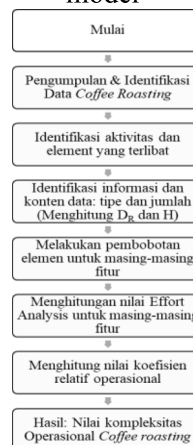


Gambar 2 Diagram Alur Sangrai Biji Kopi

Pertama, dalam tahap setting mesin sangrai akan dinyalakan. Di tahap ini pengaturan untuk berapa cepat rotasi drum mesin (RPM), seberapa besar bukaan udara (airflow), dan besar api drum sangrai terjadi. Kedua, dilanjutkan ke tahap *pre-heating* untuk mencapai temperatur dari drum mesin sangrai dan selanjutnya masuk ke tahapan ketiga untuk memasukkan jumlah biji kopi yang akan disangrai. Tahapan keempat, waktu *heating* disesuaikan dengan *roast level* biji kopi yang diinginkan. Akhirnya, biji kopi yang sudah selesai di sangrai akan di *cooling*, dimana biji akan dikeluarkan level *roast* tersebut tercapai biji kopi akan didinginkan dalam tahap *cooling* melalui mixer dan wadah penyimpanan untuk mencapai citarasa yang optimal.

2. Metode Pengembangan Model Kompleksitas Sangrai Kopi

Metode perhitungan model kompleksitas W.H. El-Maraghy yang diimplementasikan merupakan bidang non manufaktur yakni perhitungan model sangrai kopi.



Gambar 3 Rancangan Skema Alur Pengembangan Model Kompleksitas Sangrai Kopi

Selanjutnya pengembangan model kompleksitas dapat merujuk pada skema di atas dan perhitungan kompleksitas dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus W.H. El-Maraghy yang telah dimodifikasi untuk konteks sangrai kopi sebagai berikut:

$$C_{proses\ roasting} = (D_{R\ proses,x} + c_{proses,x}) * H_{proses,x}$$

$$D_{R\ proses,x} = \frac{n}{N}$$

$$H_{proses,x} = \log_2(N + 1)$$

$$c_{proses,x} = \sum_{f=1}^J x_f * c_{f,feature}$$

$$c_{f,feature} = \frac{F_N * F_{CF} + S_N * S_{CF}}{F_n + S_N}$$

$$F_{CF} = \frac{\sum_{j=1}^J factor\ level_j}{J}$$

$$S_{CF} = \frac{\sum_{k=1}^K factor\ level_k}{K}$$

dimana:

$C_{proses\ roasting}$ = indeks kompleksitas proses sangrai kopi

$D_{R\ proses,x}$ = rasio variasi dari lingkungan penunjang proses coffee roasting

$c_{proses,x}$ = koefisien relatif kompleksitas proses coffee roasting, yang dilihat berdasarkan upaya perbaikan fitur produk kembali ke keadaan semula

$H_{proses,x}$ = jumlah informasi dari lingkungan penunjang proses coffee roasting

n = variasi informasi

N = jumlah informasi

x_f = presentasi sub-proses roasting, pada fitur tertentu, dari keseluruhan proses roasting yang dijalani oleh produk tersebut

$c_{f,feature}$ = faktor upaya untuk roasting, yang dilihat dari hasil pembobotan elemen in-process feature dan in-process specification

F_N = jumlah dari nilai pembobotan upaya dalam mencapai target utama dari roasting (in-process feature)

F_{CF} = rasio jumlah proses roasting terhadap target utama yang hendak dicapai

S_N = jumlah dari nilai pembobotan upaya dalam mencapai target

tambahan dari coffee roasting (in-process specification)

S_{CF} = rasio jumlah proses perbaikan terhadap target tambahan yang hendak dicapai

J = aspek in-process feature (target utama dari coffee roasting)

K = aspek in-process specification (target tambahan dari coffee roasting)

factor level_j = variasi aspek feature

factor level_k = variasi aspek specification

3. Peralatan Eksperimen

a. Artisan Software

Artisan Software merupakan sebuah perangkat lunak open-source yang berguna dalam mencatat, menganalisa, dan mengendalikan profil sangrai kopi. Perangkat ini bekerja dengan

menggunakan sebuah thermocouple data logger atau proportional-integral-derivative controller

(PID controller) yang terdapat dalam mesin sangrai kopi. Dengan bantuan Artisan Software, pembuatan profil sangrai kopi baru dapat dilakukan dengan mudah karena variabel sangrai

kopi (temperatur, RPM drum, airflow) sudah terintegrasi dan terotomatisasi.

b. Mesin Sangrai Kopi SAS



Gambar 4 Mesin Sangrai Kopi SAS R2 V-6

Mesin sangrai yang dipakai penelitian ini adalah mesin sangrai kopi SAS R2 V-6. Mesin tersebut dibuat oleh perusahaan lokal berlokasi di Kabupaten Jember bernama SAS Coffee Roastery. Berdasarkan data spesifikasinya, mesin ini memiliki kapasitas maksimum 1,5 kg/ per sekali roasting dengan beberapa fitur data logger Artisan Roaster. Mesin juga memiliki kecepatan drum yang dapat diatur, thermometer drum dan biji kopi

Digital Autonic, dan sistem pendingin yang memakai Centrifugal Blower.

c. Alat Deteksi Warna

Alat deteksi warna yang terstandarisasi dan terkalibrasi akan dibutuhkan untuk memvalidasi hasil biji kopi sangrai sesuai dengan *roast level* dari SCA. Setiap *roast level* memiliki kode warnanya tersendiri dan akan dipergunakan untuk mengidentifikasi segmentasi dari proses kompleksitas sangrai kopi baik itu *light*, *medium*, *medium dark*, dan *dark roast*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini masih dalam tahapan konseptual yang akan divalidasi dengan eksperimen di masa depan, namun telah dilakukan beberapa pre-eksperimen dan tinjauan literatur untuk mengidentifikasi parameter proses sangrai serta pengaruhnya ke dalam model kompleksitas dari sangrai kopi itu tersendiri. Seperti contoh, pada umumnya waktu dan temperatur yang akan mempengaruhi tingkatan dari kompleksitas *roast level* yang dituju, dimana waktu yang singkat dan temperatur sangrai yang rendah akan menghasilkan *roast level* yang paling pertama yaitu *light roast* dan seiring naiknya waktu dan temperatur akan menghasilkan *roast level* yang semakin tinggi hingga *dark roast*. Adapun pengaruh dari variabel lain seperti bukaan katup udara serta airflow dari gas yang dilakukan melalui pre-eksperimen dapat memberikan dampak terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *roast level* sebelumnya. Perihal ini menjadi indikasi bahwa setiap variabel memiliki peran masing-masing yang berkontribusi terhadap kompleksitas output dari sangrai kopi yang ada sehingga pembuatan model kompleksitas ini diprediksikan akan memberi alternatif yang lebih handal bagi industri sangrai kopi untuk menghasilkan produk biji kopi secara lebih efisien dan efektif. Selain itu model ini dapat pula memitigasi risiko para penyangrai kopi untuk mengeluarkan biaya dan usaha yang berulang kali dengan merancang model standar antara proses dan hasil yang detail dan akurat. Dalam menghitung indeks kompleksitas proses roasting tentunya

karakterisasi biji kopi, seperti shape, geometri, warna tentunya dapat digunakan untuk membangun proses otomatisasi proses sangrai.

4. KESIMPULAN

Penyusunan model kompleksitas sangrai kopi akan menunjukkan indeks kompleksitas yang bervariasi dari setiap biji kopi Indonesia yang kelak dapat menjadi standar dan langkah awal untuk otomatisasi perindustrian kopi

DAFTAR PUSTAKA

- El-Maraghy, W.H. (2003). *Modelling of Manufacturing Systems Complexity*. University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
- El-Maraghy, W.H. (2006). *Assessment of Manufacturing Operational Complexity*. University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
- Ika Priantari, & Andi Dharmawan. (2022). *Characterization Roasting Level of Arabica Coffee (Coffea arabica)* Komasti and Andungsari. *Jurnal Biologi UNAND*, 10(1), 33–41.
- Tyas, N. L. (2019). *Pengaruh Lama Waktu Penyangraian Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Kopi Bubuk Arabika Yang Tumbuh Di Daerah Wonosobo (Coffea Arabica)* (pp. 9–17) [Undergraduate Dissertation].

PENULIS:

Hendri DS Budiono

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Kampus UI, Depok, 16424

Email: hendri@eng.ui.ac.id