

Uji Kinerja *Fermenting Machine* Pada Proses Oksidasi Enzimatis Teh Hitam Ctc (*Crushing, Tearing, Curling*)

Performance Test of a Fermenting Machine in Tea Enzymatic Oxidation Process of CTC Black Tea (Crushing, Tearing, Curling)

Nanda Pratama¹ Dimas Triardianto^{1*}

¹Keteknikan Pertanian, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: dimas.triardianto@polije.ac.id

Received : 17 Agustus 2024 | Accepted : 23 Agustus 2024 | Published : 30 Agustus 2024

Kata Kunci

Oksidasi Enzimatis, Mesin Fermentasi, Teh, Uji Kinerja

Copyright (c) 2024

Authors Nanda Pratama,
Dimas Triardianto



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Proses oksidasi enzimatis adalah salah satu proses kunci dalam pengolahan teh yang menentukan warna, rasa, dan aroma teh. Proses ini dimulai pada tahap penggulungan dan melibatkan oksidasi senyawa polifenol oleh protein polifenol oksidase, dengan suhu ideal 26,7°C dan kelembapan di atas 90%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan warna partikel bubuk teh sebelum dan setelah oksidasi enzimatis menggunakan mesin fermentasi, serta menilai kapasitas kerja mesin, kecepatan *belt conveyor*, dan konsumsi energi listrik. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung pada mesin dan perhitungan dari parameter yang dicari. Penelitian ini hanya ditunjukkan untuk menguji kinerja mesin fermentasi yang dibuat. Hasil uji menunjukkan bahwa sebelum proses oksidasi, partikel bubuk teh berwarna hijau dengan nilai RGB *redness* 68, *greenness* 77, dan *blueness* 15. Setelah oksidasi, warna bubuk teh berubah menjadi cokelat dengan nilai RGB *redness* 100, *greenness* 61, dan *blueness* 32. Mesin fermentasi memiliki kapasitas rata-rata 741,35 kg/jam, kecepatan *belt conveyor* 0,98 m/s, dan konsumsi energi rata-rata 216.039.312 J.

Keywords

Enzymatic Oxidation, Fementing Machine, Performance Test, Tea

ABSTRACT

Enzymatic oxidation is a key process in tea processing that determines tea color, flavor, and aroma of tea. This process begins during tea rolling stage and involves tea oxidation of polyphenolic compounds by polyphenol oxidase proteins, with an optimal temperature of 26.7°C and humidity above 90%. This study aims to evaluate tea color changes in tea powder particles before and after enzymatic oxidation using a fermenting machine, as well as to assess tea machine's performance,

conveyor belt speed, and energy consumption. Data collection was conducted through direct observation of tea machine and calculation of relevant parameters. Tea test results show that before oxidation, tea powder particles were green with RGB values of redness 68, greenness 77, and blueness 15. After oxidation, tea color of tea powder changed to brown with RGB values of redness 100, greenness 61, and blueness 32. Tea fermenting machine has an average capacity of 741,35 kg/hour, a conveyor belt speed of 0,98 m/s, and an average energy consumption of 216.039.312 J.

1. PENDAHULUAN

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan tanaman yang menjadi bahan alami minuman teh. Sebagai minuman penyegar, teh memiliki nilai lebih pada kandungan mineral dan nutrisi yang dibutuhkan tubuh. Dalam pengolahan teh menjadi minuman, terdapat beberapa proses yang dilakukan. Salah satu proses pengolahannya adalah oksidasi enzimatis. Oksidasi enzimatis merupakan tahap krusial dalam pengolahan teh hitam, yang mempengaruhi karakteristik akhir produk, termasuk warna, rasa, dan aroma. Proses ini, yang sering disebut sebagai fermentasi, merupakan bagian esensial dalam menentukan kualitas teh hitam. Oksidasi enzimatis dimulai pada tahap penggulungan, di mana senyawa polifenol dioksidasi oleh protein polifenol oksidase. Pada tahap ini, senyawa polifenol seperti epigalokatekin dan galat diubah menjadi quinon yang kemudian terakumulasi menjadi bisflavanol, teaflavin, dan teharubigin, membentuk zat yang tidak larut (Liem dan Maria, 2021).

Beberapa faktor seperti kandungan udara dalam bahan, suhu, kelembapan, dan jenis bahan (pucuk teh) sangat mempengaruhi efektivitas oksidasi enzimatis (Harsanti dkk., 2024). Proses ini bertujuan untuk mencapai kualitas teh yang ideal, termasuk warna air seduhan, rasa, aroma, dan warna ampas sisa seduhan. Namun, seringkali proses fermentasi yang dilakukan pada kondisi terbuka dapat menyebabkan kualitas teh yang kurang seragam dan tidak terkontrol. Hal ini dapat menyebabkan penurunan mutu akhir pada teh yang dihasilkan, sehingga perlu adanya inovasi berupa *fermenting machine* untuk membuat kondisi fermentasi yang terkontrol. Proses oksidasi enzimatis dilakukan menggunakan *fermenting machine*. Mesin ini memainkan peran penting dalam proses pengolahan teh hitam CTC. Namun, meskipun *fermenting machine* merupakan komponen kunci, kinerjanya belum pernah diuji secara menyeluruh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja *fermenting machine*, termasuk warna bubuk teh, kapasitas kerja, kecepatan belt conveyor, dan konsumsi energi listrik, serta untuk menilai dampaknya terhadap kualitas bubuk teh yang dihasilkan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menyediakan data empiris yang akan membantu mengoptimalkan proses produksi teh hitam, meningkatkan efisiensi mesin, dan memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar kualitas yang tinggi. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan proses pengolahan teh dapat diperbaiki, yang pada gilirannya dapat meningkatkan daya saing produk di pasar dan memberikan kontribusi positif terhadap industri teh.

2. METODE

Objek penelitian adalah *fermenting machine* yang terdapat pada sebuah proses pengolahan teh tipe *continues*. Spesifikasi *fermenting machine* dapat dilihat pada Tabel 1, sementara gambar *fermenting machine* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Fermenting Machine*

Parameter	Nilai
Motor Penggerak <i>Belt Conveyor</i>	2 Unit
Daya Motor <i>Belt Conveyor</i>	0,75 HP / Unit
Tegangan Motor <i>Belt Conveyor</i>	220 – 380 Volt
Jumlah Tingkat <i>Belt Conveyor</i>	5 Tingkat
Dimensi <i>Belt Conveyor</i> (PxLxT)	1.130 cm x 147 cm x 0,3 cm
Motor Penggerak <i>Spreader</i>	4 Unit
Daya Motor <i>Spreader</i>	2 HP / Unit
Tegangan Motor <i>Spreader</i>	220 – 380 Volt



Gambar 1. *Fermenting Machine*

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *fermenting machine*, *infrared thermometer*, timbangan digital, *moisture analyzer*, *colour meter*, *timer*, dan *roll meter*. Sementara, bahan yang digunakan adalah bubuk teh basah yang sudah melewati proses penggilingan.

2.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama adalah studi litelatur, tahap ini dilakukan dengan mempelajari literatur – literatur ilmiah yang membantu dalam pelaksanaan penelitian seperti parameter penelitian, metode penelitian dan sebagainya. Selanjutnya adalah tahap observasi, dimana dalam tahap ini dilakukan observasi terhadap spesifikasi dan bentuk dari objek penelitian yaitu *fermenting machine*. Selanjutnya dilakukan pengukuran parameter kinerja mesin dengan lima kali ulangan, yaitu:

2.2.1 Massa Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah memasuki *Fermenting Machine*

Massa Bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* diukur menggunakan timbangan digital dalam satuan kg (kilogram).

2.2.2 Warna Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah memasuki *Fermenting Machine*

Warna bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* diukur menggunakan *colour meter* dengan format RGB (*Redness, Greeness, Blueness*).

2.2.3 Suhu Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah memasuki *Fermenting Machine*

Suhu bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* diukur menggunakan *infrared thermometer* dalam satuan celcius.

2.2.4 Kadar Air Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah memasuki *Fermenting Machine*

Kadar air bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* diukur menggunakan *moisture meter* dalam satuan persentase (%).

2.2.5 Waktu Oksidasi Enzimatis

Waktu oksidasi Enzimatis diukur menggunakan timer dengan satuan detik. Waktu dihitung mulai dari bahan memasuki *fermenting machine*, hingga bahan keluar dari *fermenting machine*.

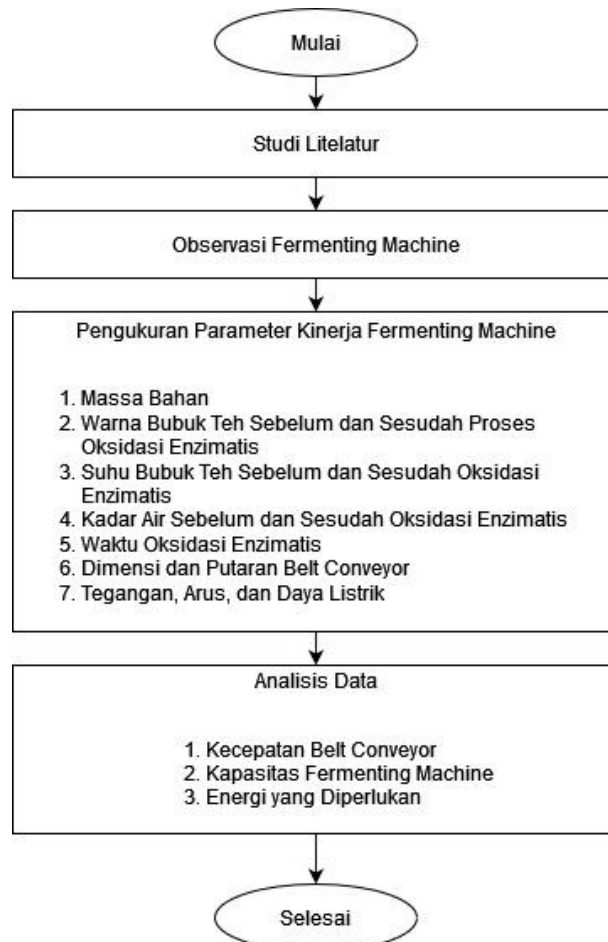
2.2.6 Dimensi dan Putaran *Belt Conveyor*

Dimensi (diameter) dan putaran belt conveyor dilakukan dengan roll meter dan pengamatan putaran secara langsung.

2.2.7 Tegangan, Arus, dan Daya Listrik

Tegangan, arus dan daya listrik diketahui nilainya dari spesifikasi motor yang tertera pada label.

Pelaksanaan penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3 Analisis Data

Tahap analisis data terdiri dari tiga parameter, yaitu:

2.3.1 Kecepatan *Belt Conveyor*

Kecepatan *belt conveyor* dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 1.

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- V = kecepatan *belt conveyor* (m/s)
- d = diameter silinder *belt conveyor* (cm)
- n = kecepatan putar silinder (RPM)

2.3.2 Kapasitas *Fermenting Machine*

Kapasitas *fermenting machine* dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 2.

$$K_a = \frac{m}{t} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Ka = kapasitas kerja mesin (kg/jam)
- m = massa bahan yang memasuki *fermenting machine* (kg)
- t = waktu oksidasi (jam)

2.3.3 Energi yang Digunakan

Energi yang digunakan dapat diketahui dengan mencari nilai daya listrik terlebih dahulu. Daya listrik dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 3.

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- P = daya listrik (watt)
- V = tegangan (volt)
- I = arus listrik (ampere)

Setelah mengetahui nilai daya listrik, selanjutnya energi listrik yang dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 4.

$$EL = P \cdot t \dots\dots\dots (4)$$

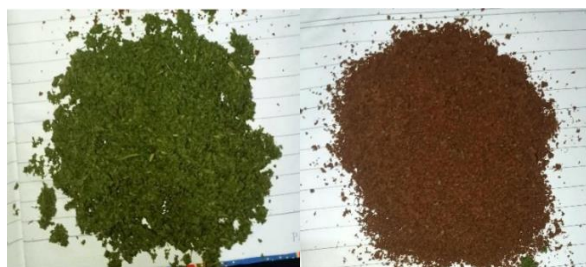
Keterangan:

- EL = energi listrik yang digunakan (J)
- P = daya listrik (watt)
- t = waktu pemakaian (s)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Warna Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah Memasuki *Fermenting Machine*

Warna bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* dapat dilihat pada Gambar 3(a) dan 3(b).



(3a)

(3b)

Gambar 3. (a) Warna Bubuk Teh Sebelum Memasuki *Fermenting Machine*, (b) Warna Bubuk Teh Setelah Memasuki *Fermenting Machine*

Nilai RGB bubuk teh secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. Proses oksidasi pada fermenting machine membuat adanya perubahan warna pada bubuk teh. Sebelum memasuki fermenting machine, bubuk teh secara visual berwarna hijau dengan nilai RGB secara berurutan R 68, G 77, dan B 15. Sementara, warna bubuk teh secara visual berwarna merah kecoklatan dengan nilai RGB secara berurutan R 100, G 61, dan B 32. Dari kedua nilai RGB tersebut terlihat adanya kenaikan nilai *Redness* dan menurunnya nilai *Greenness* pada bubuk teh setelah memasuki *fermenting machine*.

Tabel 2. Nilai RGB Bubuk Teh

Nilai RGB	Sebelum Memasuki <i>Fermenting Machine</i>	Sesudah Memasuki <i>Fermenting Machine</i>
<i>Redness</i>	68	100
<i>Greenness</i>	77	61
<i>Blueness</i>	15	32

Perubahan warna bubuk teh dari hijau ke coklat kemerahan selama proses oksidasi enzimatis pada *fermenting machine* merupakan hasil dari reaksi kimia kompleks yang melibatkan senyawa polifenol dalam teh. Pada awal proses oksidasi, senyawa-senyawa polifenol, seperti epigallocatekin dan galat, mengalami oksidasi oleh enzim polifenol oksidase, yang mengubah struktur kimia mereka menjadi bentuk yang lebih reaktif, yaitu quinon. Quinon ini kemudian terlibat dalam reaksi lanjut yang menghasilkan senyawa-senyawa kompleks seperti teaflavin dan thearubigin. Proses polimerisasi dan akumulasi senyawa-senyawa ini menyebabkan perubahan warna pada teh. Teaflavin dan thearubigin, yang terbentuk selama oksidasi, memiliki warna coklat kemerahan dan memberikan warna khas pada teh hitam (Sriwijayanti dkk., 2021). Selain itu, oksidasi enzimatis juga mempengaruhi struktur selulosa dan komponen lain dalam teh, yang berkontribusi pada warna akhir produk. Proses ini berlangsung secara bertahap dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, kelembapan, dan durasi fermentasi. Akibatnya, bubuk teh yang awalnya berwarna hijau karena kandungan klorofil dan senyawa polifenol yang belum teroksidasi berubah menjadi coklat kemerahan, mencerminkan terjadinya oksidasi penuh dan pembentukan produk-produk akhir yang memberikan warna dan karakteristik khas pada teh hitam (Pratama dkk., 2021). Komponen Pembentuk warna seperti thearubigin dan teaflavin pada teh dihasilkan dari adanya degradasi komponen fenolik akibat adanya panas selama pengeringan (Adhamatika dan Murtini, 2021)

3.2. Suhu Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah Memasuki *Fermenting Machine*

Suhu bubuk teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan nilai rata – rata suhu bubuk teh, terlihat adanya penurunan suhu bubuk teh setelah memasuki *fermenting machine*. Penurunan suhu bubuk teh ini dikarenakan adanya proses pembalikan dan perataan bubuk teh pada conveyor. Dimana hal ini dapat mengakibatkan perpindahan panas dari bahan menuju lingkungan lebih cepat. Selain itu, faktor yang mempengaruhi adalah adanya pengkondisian suhu lingkungan dengan refrigerator, sehingga suhu lingkungan stabil pada suhu 26 °C. Dimana hal ini membuat suhu bubuk teh lebih tinggi daripada lingkungan, dimana hal ini mengakibatkan perpindahan panas dari bubuk teh ke lingkungan (Utomo dan Ghiffar, 2017). Penggunaan suhu berlebihan dapat menyebabkan degradasi klorofil pada the. Klorofil yang terdegradasi menghasilkan feofitin sebagai senyawa derivat dari klorofil yang berwarna kuning kecoklatan (Schwartz *et al.*, 2017).

Tabel 3. Suhu Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah Memasuki *Fermenting Machine*

Ulangan	Suhu Bubuk Teh Sebelum Memasuki <i>Fermenting Machine</i> (°C)	Suhu Bubuk Teh Sesudah Memasuki <i>Fermenting Machine</i> (°C)
1	35,3	28,1
2	39	28,6
3	40,2	27,3
4	36,1	27,3
5	38,2	27,5
Jumlah	188,8	138,8
Rata-rata	37,7	27,7

3.3. Kadar Air Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah Memasuki *Fermenting Machine*

Kadar air teh sebelum dan sesudah memasuki *fermenting machine* dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan nilai rata – rata suhu bubuk teh, terlihat adanya penurunan kadar air teh setelah memasuki *fermenting machine*. Penurunan kadar air teh ini dikarenakan adanya proses pembalikan dan perataan bubuk teh pada conveyor, perbedaan suhu serta kelembapan dari bubuk teh dan lingkungan *fermenting machine*. Dimana ketiga hal hal tersebut dapat mengakibatkan perpindahan uap dari bubuk teh ke lingkungan. Hal ini yang menyebabkan kadar air bubuk teh setelah memasuki *fermenting machine* menurun (Arizka dan Joko, 2015).

Tabel 4. Kadar Air Bubuk Teh Sebelum dan Sesudah Memasuki *Fermenting Machine*

Ulangan	Kadar Air Bubuk Teh Sebelum Memasuki <i>Fermenting Machine</i> (%)	Kadar Air Bubuk Teh Sesudah Memasuki <i>Fermenting Machine</i> (%)
1	70,86	69,88
2	67,58	67,19
3	70,68	63,70
4	67,31	66,01
5	62,86	61,47
Jumlah	339,29	328,25
Rata-rata	67,85	65,65

3.3. Kapasitas *Fermenting Machine*

Hasil perhitungan kapasitas kerja *fermenting machine* dapat dilihat pada tabel 5. Hasil rata – rata nilai perhitungan adalah 741,35 kg/jam. Nilai rata – rata kapasitas kerja tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai kapasitas kerja yang tertera pada label mesin sebesar 1.400 kg/jam. Penurunan kapasitas kerja mesin dapat disebabkan oleh berbagai factor, yaitu jam kerja

operasional mesin yang melebihi batas kemampuan mesin, kurangnya perawatan yang teratur, dan umur ekonomi penggunaan mesin yang sudah lama (Marie dkk., 2019).

Tabel 5. Kapasitas Kerja *Fermenting Machine*

Ulangan	Massa Bahan Sesudah Memasuki Fermenting Machine (kg)	Waktu Proses (menit)	Kapasitas	
			kg/menit	kg/jam
1	70,86	69,88	12,25	735,22
2	67,58	67,19	14,17	850,60
3	70,68	63,70	12,85	771,34
4	67,31	66,01	12,13	728,26
5	62,86	61,47	10,35	621,34
Jumlah	339,29	328,25	61,75	3.706,76
Rata-rata	67,85	65,65	12,35	741,35

3.4. Energi Listrik yang Digunakan

Nilai tegangan, arus, dan hasil perhitungan daya listrik disajikan dalam Tabel 6. Energi listrik yang diperlukan selama proses oksidasi enzimatis pada pucuk teh melibatkan beberapa komponen, yaitu humidifier untuk mengatur kelembapan ruang oksidasi, lampu untuk penerangan selama proses, serta motor listrik yang menggerakkan *belt conveyor* dan *spreader*. Komponen-komponen ini beroperasi secara kontinu selama proses oksidasi dalam pengolahan teh hitam CTC. Untuk menentukan jumlah energi yang digunakan, penting untuk mengetahui daya masing-masing komponen tersebut, yaitu humidifier, lampu, dan motor listrik, yang terpasang pada *fermenting machine*. Nilai rata-rata energi yang digunakan sebesar 216.039.312 J. Faktor yang mempengaruhi konsumsi energi termasuk jumlah bahan yang diproses oleh mesin; semakin banyak massa bahan, semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses tersebut (Suyono dkk., 2023).

Tabel 6. Nilai Tegangan, Arus, dan Daya *Fermenting Machine*

Elemen Mesin	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)
Belt Conveyor 1	380	1,51	573,8
Belt Conveyor 2	380	1,51	573,8
Spreader 1	380	2,01	763,8
Spreader 2	380	2,01	763,8
Spreader 3	380	2,01	763,8
Spreader 4	380	2,01	763,8
Humidifier 1	220	2,8	616
Humidifier 2	220	2,8	616
Humidifier 3	220	2,8	616
Humidifier 4	220	2,8	616
Lampu 1	220		19
Lampu 2	220		19
Lampu 3	220		19
Lampu 4	220		19

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa warna partikel bubuk teh sebelum proses oksidasi enzimatis adalah hijau, dengan nilai RGB menunjukkan redness sebesar 68, greenness 77, dan blueness 15, yang mengindikasikan bahwa partikel tersebut belum

mengalami oksidasi enzimatis. Setelah proses oksidasi, warna partikel berubah menjadi coklat, dengan nilai RGB yang mencerminkan redness sebesar 100, greenness 61, dan blueness 32. Selain itu, fermenting machine yang digunakan memiliki kapasitas rata-rata sebesar 741,35 kg/jam dan kecepatan belt conveyor sebesar 0,98 m/s. Rata-rata konsumsi energi listrik untuk proses oksidasi enzimatis menggunakan mesin ini adalah 216.039.312 J.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhamatika, A., dan Murtini, E. S. (2021). Pengaruh Metode Pengeringan dan Persentase Teh Kering terhadap Karakteristik Seduhan Teh Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 9(4): 196-207
- Arizka, A. A., Joko D. (2015). Perubahan Kelembaban dan Kadar Air Teh Selama Penyimpanan pada Suhu dan Kemasan yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4(4), 124-129
- Harsanti, B. R., Sulvi P., Dzul F. (2024). Studi Perbandingan Metode Oksidasi Enzimatis Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Teh Kratom (*Mitragyna Speciosa* Korth.). *Jurnal Agointek*, 18(2), 265-272.
- Liem, J. L., dan Maria M. H. (2021). Pengaruh Umur Daun Teh Dan Waktu Oksidasi Enzimatis Terhadap Kandungan Total Flavonoid Pada Teh Hitam (*Camellia Sinesis*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 41-48.
- Marie, I. A., Lumanul H., Dedy S., Winnie S. (2019). Analisis Data Gangguan Kerusakan Mesin Produksi Menggunakan Teknik Association Rules. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(1), 43-52.
- Pratama, G. Y., Desiana N. P., Elfi A. S., Roberto D. (2022). Perubahan Karakteristik Fisik Teh Hitam Selama Oksidasi Enzimatis Pada Proses Penggilingan CTC. *Jurnal Viabel Pertanian*, 16(1), 41-51.
- Schwartz, S. J., Cooperstone, J. L., Cichon, M. J., Joachim, H. V., & Monica, G. (2017). *Colorants Fennema's Food Chemistry ed Damodaran S, Parkin L K*. Boca Raton: CRC Press, 10
- Sriwijayanti, N., Elfi A. S., Sri W. (2021). Karakterisasi Mutu Teh Hitam Metode CTC di PTPN XII Kebun Bantaran Bagian Sirah Kencong. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(2), 23-31.
- Suyono, H., Kosa S., Unggul. (2014). Analisis Pemanfaatan Energi Listrik Pada Mesin-mesin Produksi Divisi Pabrikasi Di PT INKA Madiun. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 1-5
- Utomo, T. S., Ghiffar Y. (2017). Analisa Pengeringan Secara Konveksi Butiran Teh pada Fluidized Bed Dryer Menggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknik Mesin*, 19(4), 206-216.