

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL FATETA

“Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan  
untuk Mendukung Daya Saing Produk Unggulan  
Lokal dan Kewirausahaan 4.0”



Pangeran Beach Hotel Padang, 07 Juni 2023

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL FATETA

**Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan untuk  
Mendukung Daya Saing Produk Unggulan Lokal dan  
Kewirausahaan 4.0**

Pangeran Beach Hotel  
Padang, 07 Juni 2023



ISBN : 978-623-172-311-6

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL FATETA

*Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan untuk Mendukung Daya Saing Produk  
Unggulan Lokal dan Kewirausahaan 4.0*

Pangeran Beach Hotel, Padang, 07 Juni 2023

## SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL FATETA UNAND 2023

### **Penanggungjawab :**

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian (Fateta) Unand

### **Ketua:**

**Prof. Dr. Ir. Novizar, M.Si**

### **Sekretaris :**

**Aninda Tifani Puari, S.Si, M.Sc**

### **Sekretariat :**

1. Nika Rahma Yanti, S.TP, MP
2. Annisa Putri, S.TP, M.T
3. Imelda Safitri, S.T
4. Khairunnisa Fitri, S.TP
5. Nina Risma Dewi, S.TP

### **Divisi IT :**

1. Eri Stiyanto, S.TP, M.Si
2. Novri, A.Md
3. Angga Prajuna, S.E

**Divisi Acara :**

1. Dr. Ir. Kurnia Harlina Dewi, M.Si
2. Ir. Sahadi Didi Ismanto, M.Si
3. Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D
4. Mislaini R, S.TP, MP
5. Ira Desri Rahmi, S.TP, M.Si
6. Nurmala Sari, M.Si
7. Dr. Kiki Yulianto, S.TP, MP
8. Lisa Rahayu, S.TP, MP

**Divisi Publikasi :**

1. Ismed, S.Pt, M.Sc
2. Muhammad Iqbal Abdi Lubis, S.TP, MP
3. Dr. Fadli Hafizulhaq, ST
4. Bastian Nova, S.Si, M.Si

**REVIEWER :**

Prof. Dr. Ir. Anwar Kasim  
Prof. Dr. Ir. Rusnam, MS  
Prof. Dr. Ir. Novizar, M.Si  
Dr. Ir. Alfi Asben, M.Si  
Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP  
Dr. Deivi Yanti, S.TP, MP  
Dr. Fadli Hafizulhaq, ST  
Ismed, S.Pt, M.Sc  
Annisa Putri, S.TP, MT

**EDITOR :**

Dr. Deivy Andhika Permata, S.Si, M.Si  
Dr. Kiki Yulianto, S.TP, MP  
Aninda Tifani Puari, S.Si, M.Sc  
Nika Rahma Yanti, S.TP, MP  
Nurmala Sari, M.Si  
Linda Wati, M.Si  
Lisa Rahayu, S.TP, MP  
Muhammad Iqbal Abdi Lubis, S.TP, MP

**Penyelenggara :**



e-mail : [seminarnasional@ae.unand.ac.id](mailto:seminarnasional@ae.unand.ac.id)

Dilarang keras memperbanyak atau memfotokopi sebagian atau seluruh isi prosiding ini untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari penerbit



## KATA PENGANTAR

A. Kata Pengantar

**Prof. Dr. Ir. Novizar, M.Si (Ketua Seminar Nasional)**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan sukacita yang tak terhingga, saya selaku Ketua Panitia Seminar Nasional mengucapkan rasa syukur dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga kegiatan ini bisa terselenggara dengan baik.

Saya juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada seluruh undangan yang telah hadir di acara Seminar Nasional dengan tema “Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan untuk Mendukung Daya Saing Produk Unggulan Lokal dan Kewirausahaan 4.0”. Kehadiran dan partisipasi Anda semua merupakan suatu kehormatan bagi kami.

Seminar Nasional kali ini **merupakan kegiatan yang diadakan khusus pada tahun ini dalam rangka Lustru ke 3 Fateta dan wujud nyata komitmen kita untuk terus mengembangkan sektor pertanian di negara kita.** Dalam era globalisasi dan revolusi industri 4.0 yang terus bergerak maju, perkembangan teknologi menjadi salah satu kunci penting dalam meningkatkan daya saing produk unggulan lokal dan mendorong pertumbuhan kewirausahaan di bidang pertanian. Teknologi pertanian inovatif dan berkelanjutan memiliki peran strategis dalam menghadapi tantangan yang semakin kompleks di era modern ini. Melalui penerapan teknologi yang tepat, kita dapat mempercepat peningkatan produktivitas, efisiensi, dan kualitas hasil pertanian. Lebih dari itu, teknologi juga dapat membuka peluang baru bagi para pelaku usaha lokal untuk mengembangkan produk unggulan yang mampu bersaing di tingkat nasional maupun internasional.

Seminar Nasional ini bertujuan untuk menjadi wadah bagi para akademisi, praktisi, pemerhati pertanian, dan pelaku usaha dalam berbagi pengetahuan, pengalaman, dan ide-ide inovatif terkait teknologi pertanian. Melalui forum ini, diharapkan kita dapat saling memperkaya dan memperluas wawasan mengenai potensi serta peluang dalam menghadapi era kewirausahaan 4.0.

Kami telah mengundang sejumlah pakar dan ahli di bidang teknologi pertanian untuk berbagi pengetahuan dan berdiskusi tentang berbagai aspek penting dalam pengembangan pertanian inovatif dan berkelanjutan. Acara ini juga diisi dengan rangkaian presentasi, diskusi panel, serta pameran inovasi teknologi pertanian. Dengan kerendahan hati, kami berharap Seminar Nasional ini dapat memberikan manfaat yang nyata dan menjadi sumber inspirasi bagi setiap individu yang hadir. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada sponsor, mitra, dan semua pihak yang telah mendukung penyelenggaraan acara ini. Mari kita jalin silaturahmi, saling berbagi pengetahuan, dan memperkuat kolaborasi dalam mewujudkan visi bersama untuk pertanian yang inovatif, berkelanjutan, dan mampu bersaing di era kewirausahaan 4.0

**Hormat Kami,**

Ketua Panitia Seminar Nasional

Prof. Dr. Ir. Novizar, M.Si



## B. Kata Pengantar

**Dr. Ir. Alfi Asben, M.Si (Dekan Fateta Universitas Andalas)**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas terselenggaranya Seminar Nasional dan Pertemuan Tengah Tahunan Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Teknologi Pertanian Indonesia (FKPTTPI) tahun 2023. Kegiatan ini diselenggarakan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas (Fateta Unand) bekerjasama dengan FKPT-TPI, yang merupakan sebagai salah satu rangkaian kegiatan Lustrum Ke 3 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas.

Fateta Unand memiliki visi menjadi fakultas yang terkemuka dan bermartabat di ASEAN dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi pertanian yang unggul dan inovatif pada tahun 2026. Sejalan dengan visi tersebut maka Fateta Unand menyelenggarakan Seminar Nasional dengan tema “Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan untuk Mendukung Daya Saing Produk Unggulan Lokal dan Kewirausahaan 4.0”. Kegiatan ini bertujuan untuk menyebarkan hasil penelitian-penelitian yang berkualitas dan bermanfaat dalam menerapkan inovasi teknologi dibidang pertanian yang dapat mendukung keberlanjutan produk unggulan lokal dan kewirausahaan di era revolusi industri 4.0 saat ini. Kegiatan ini diikuti oleh akademisi dan profesional dari institusi pendidikan, lembaga penelitian, industri, dan pemegang kebijakan terkait. Makalah yang disampaikan dirangkum dalam sebuah prosiding dengan subtema teknik pertanian dan biosistem, teknologi pangan dan hasil pertanian, dan teknik/teknologi industri pertanian. Makalah yang dipaparkan dalam prosiding ini kaya dengan ide yang dianalisis dengan beragam pendekatan dan metodologi sehingga diharapkan dapat memperkaya pemahaman terkait teknologi pertanian Indonesia.

Ucapan terimakasih dan penghargaan disampaikan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi menyumbangkan pikiran, tenaga, dan waktunya dalam persiapan, penyelenggaraan Seminar Nasional dan Pertemuan Tengah Tahunan FKPT-TPI maupun dalam penyelesaian Buku Abstrak ini. Akhir kata, semoga kegiatan ini dapat memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam pengembangan teknologi pertanian di Indonesia.

Padang, 7 Juni 2023

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas

Dr. Ir. Alfi Asben, M.Si



## DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>PENELITIAN <i>BIDANG TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM</i></b>	
<b>Model Dinamik Ketahanan Pangan Berkelanjutan Propinsi Sulawesi Utara.</b> <i>Robert Molenaar, Lady Lengkey, Erny Nurali.....</i>	1
<b>Kinetika Perubahan Parameter Mutu Daun Salam (<i>Eugenia polyantha</i>) Selama Penyimpanan.</b> <i>Andasuryani, Dina Cherie, Izzatul Aulia Annisa.....</i>	10
<b>Uji Kalor Briket Dari Pemanfaatan Limbah Pertanian Sebagai Sumber Biomassa.</b> <i>Ichwana Ramli, Darusman, Ira Devi Sara, Sarah Al Magfirah, Andriani Lubis.....</i>	20
<b>Analisa Mutu Selama Penyimpanan Makanan Tradisional Aceh, Ready To Eat (Rte) Sie Reuboh.</b> <i>Dian Hasni, Cut Nilda, Yusriana.....</i>	30
<b><i>Systematic Literatur Review</i> : Teknologi Mengatasi Permasalahan Budidaya Cabai Pada Lahan Ynag Terekam Kekeringan.</b> <i>Tri Budiyaniti, Irfan Suliansyah, Dini Hervani, Rinda Kirana.....</i>	38
<b>Uji Performansi Ekstraktor Sentrifugal Pada Ekstraksi Madu Klanceng.</b> <i>Indy Maulida, Siti Asmaul Mustaniroh, Rini Yulianingsih.....</i>	54
<b>Simulasi Aliran Fluida Menggunakan <i>Computational Fluid Dynamics</i> (Cfd) Pada Proses Penyimpanan Cabe di Ruang Pendingin.</b> <i>Murad, Joko Sumarsono, Ida Ayu Widhiantari, Arya Dharma Rizkito.....</i>	65
<b><i>BIDANG TEKNOLOGI PENGOLAHAN HASIL PANGAN</i></b>	
<b>Pengaruh Penambahan Bumbu Inti Cabai Terhadap Karakteristik Kimia Dan Sensori Tempe Kedelai.</b> <i>Hasbullah, Catur Junaidi Multiansyah, Deivy Andhika Permata.....</i>	73
<b>Sifat Kimia Ikan Tuna Terkemas Kertas Eceng Gondok Terfortifikasi Filtrat Kayu Manis.</b> <i>Titisari Juwitaningtyas, Ella Prasetya Ningrum.....</i>	81
<b>Pemanfaatan <i>Edible Coating</i> Dari Kitosan Cangkang Keong Mas Pada Duku Selama Penyimpanan.</b> <i>Maruli Sinamo, Ika Gusriani, Devi Silsia, Syafnil.....</i>	91

<b>Karakteristik Hedonik Teh Terinfusi Mangga dengan Faktor Jenis Mangga dan Lama Perendaman.</b> <i>Reza Widyasaputra, Edwin Siallagan, Reni Astuti Widyowanti, Adi Ruswanto, Arief Ika Uktoro.....</i>	102
<b>Viskositas Larutan Ekstrak Kasar Galaktomannan Kolang-Kaling Pada Berbagai Konsentrasi Dan Suhu Larutan.</b> <i>Hasbullah, Felia Jayen Meisari, dan Anwar Kasim.....</i>	108
<b>Karakteristik Ekstrak Air Kopi Hijau (<i>Coffea robusta</i>) Kepahiang.</b> <i>Hurujang, Devi Silsia, Yuwana.....</i>	121
<b>Pengaruh Suhu Pemanasan Pada Evaporasi Nira Aren (<i>Arenga Pinnata</i>) Menjadi Gula Cair.</b> <i>Helmitar Yulia, Hasbullah, Aisman.....</i>	138
<b>Efektivitas Asap Cair dari Tongkol Jagung terhadap Patogen (<i>Rhizopus stolonifer</i>) pada Pascapanen Buah Salak dan Pepaya.</b> <i>Budy Rahmat, Suharjadinata, Visi Tinta Manik, Yusra A. Rahmah, M. Rizki Maulidi....</i>	160
<b>Optimasi Proses Gliserolisis Enzimatis untuk Produksi Monogliserida Berbasis <i>Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil</i>.</b> <i>Zakwan, Z, Lubis, Z, Elisabeth, J, Julianti, E, Rahimah.....</i>	168
<b>Pengaruh Perbandingan Mentimun dan Air dalam Pengembangan <i>Refreshed Starter</i> dan Aplikasi dalam Bentuk Roti <i>Sourdough</i>.</b> <i>Lathifah Makarim, Hasbullah, Cesar Welya Refdi.....</i>	178
<b>Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Jawawut (<i>Setaria italica</i>, <i>L. P. Beauv</i>) Terhadap Karakteristik Donat.</b> <i>Wuri Marsigit, Nur Indah Sari, Helmiyetti.....</i>	190
<b><i>Systematic Literature Review: Analisa Senyawa Fitokimia dan Antioksidan pada Beberapa Jenis Salak (<i>Salacca zalacca</i>).</i></b> <i>Yusnita Wahyuni Silitonga, Irawati Chaniago, Novelina, Novizar Nazir.....</i>	205
<b>BIDANG TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN</b>	
<b>Kajian Finansial dan Sensitivitas Pengolahan Kopi Luwak (Studi Kasus Pada Industri Rumah Tangga Baja <i>Coffee</i> Kabawetan-Kepahiang, Bengkulu).</b> <i>Lukman Hidayat, Marniza, Ruqoiyah Al Karimah, Trio Putra Setiawan.....</i>	214
<b><i>Microwave-assisted Delignification of Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) for Producing Bioadhesive and Bioenergy Feedstock.</i></b> <i>Efri Mardawati, Selly Harnesa Putri, Didik Wahyu Wijaya, Awaly Ilham Dewantoro, Muhammad Adly Rahandi Lubis, Devi Maulida Rahmah, and Nova Rachmadona.....</i>	224
<b>Analisis Beban Kerja untuk Meningkatkan Produktivitas Operator <i>Warehouse</i> dengan Metode <i>Full Time Equivalent</i> dan <i>Workload Analysis</i> (Studi Kasus PT XYZ).</b> <i>Febri Ana Dwi Sarwindah, Wike Agustin Prima Dania, Isti Purwaningsih.....</i>	234

<b>Sistematik Literatur Review Manajemen Nutrisi Tanaman Melalui Aplikasi Pemupukan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pisang: Analisis Bibliometrik.</b> <i>Bambang Hariyanto, Irfan Suliansyah, Yusniwati, Agus Sutanto.....</i>	243
<b>Aplikasi ANP, OMAX, dan SCOR Pada Pengukuran Produktivitas Rantai Pasok (Studi UMKM Jaya Barokah Sentosa).</b> <i>Ilham Surya P., Wike Agustin P.D., Riska Septifani.....</i>	268
<b>Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Klarifikasi Terhadap Karakteristik Minyak Sawit.</b> <i>Adi Ruswanto, Reza Widyasaputra, Ida Bagus Banyuro Partha, Arief Ika Uktoro, Nuraeni Dwi Dharmawati.....</i>	276
<b>Kajian Literatur: Potensi Pemanfaatan Limbah Kopi Dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Kemasan <i>Biodegradable</i>.</b> <i>Dedy Rahmad, Dwi Kemala Putri.....</i>	283
<b><i>Retanning</i> Menggunakan Bahan Penyamak Nabati Pada Penyamakan Kulit Ikan Tuna (<i>Retanning using Vegetable Tannages in Tuna Fish Skin Tanning</i>).</b> <i>Ono Suparno, Tri Utami Hastuti.....</i>	295



## SUSUNAN ACARA SEMINAR NASIONAL

“Teknologi Pertanian Inovatif dan Berkelanjutan untuk Mendukung Daya Saing Produk Unggulan Lokal dan Kewirausahaan 4.0”

No	Jam	Agenda
1	07.30 – 08.00	Registrasi
Pembukaan		
2	08.00 – 08.15	Tari
3	08.15 – 08.30	Lagu Indonesia Raya
4	08.30 – 08.45	Sambutan Ketua Panitia Lustrum III Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
5	08.45 – 09.00	Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
6	09.00 – 09.15	Sambutan dan Pembukaan oleh Rektor Universitas Andalas
7	09.15 – 09.30	Doa
8	09.30 – 09.45	Coffee Break
Sesi Keynote Speaker		
9	09.45 – 10.15	Bapak Direktur Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Pemberian Pelakat)
10	10.15 – 10.45	Bapak Gubernur Sumatera Barat (Pemberian Pelakat)
11	10.45 – 11.00	Tari Piring
Acara dilanjutkan oleh Moderator (Bapak Dr. Ir. Aisman, M.Si)		
Sesi Invited Speaker		
11	11.00 - 11.25	CEO Pachira Group
12	11.25 – 11.50	Direktur Utama Bank DKI
13	11.50 - 12.15	Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada
14	12.15 - 12.40	Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Padjajaran
15	12.40 – 13.05	Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
16	13.05 – 13.30	Sesi Tanya Jawab (Q&A) 25 -30 menit
Ishoma (13.30 – 14.45)		
Sesi Paralel (14.45 – 17.45 WIB)		



## MODEL DINAMIK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN PROPINSI SULAWESI UTARA

Robert Molenaar<sup>1\*</sup>, Lady Lengkey<sup>1</sup>, Erny Nurali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

\*Email: [robertmolenaar@unsrat.ac.id](mailto:robertmolenaar@unsrat.ac.id)

### ABSTRAK

Ketahanan pangan adalah suatu kondisi yang diindikasikan dengan ketersediaan, keterjangkauan pangan yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan konsumsi penduduk suatu wilayah seperti Propinsi Sulawesi Utara. Kondisi tersebut diharapkan berlangsung sepanjang waktu di tengah berbagai perubahan yang mempengaruhi tingkat konsumsi pangan penduduk. Penelitian ini mengkaji kondisi di mana beras dan ketersediaannya digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur ketahanan pangan di maksud, didasarkan pada fakta bahwa beras adalah komoditi pangan utama bagi masyarakat Indonesia. Sistem dinamik menjadi pendekatan dalam merepresentasikan kondisi nyata ketersediaan beras yang dipengaruhi oleh banyak faktor dalam bentuk model. Terhadap model yang dibentuk selanjutnya dilakukan eksperimen melalui simulasi untuk menghasilkan perilaku sistem sebagai gambaran kondisi ketersediaan beras untuk memenuhi kebutuhan konsumsi penduduk Sulawesi Utara sepanjang waktu tertentu. Simulasi terhadap model yang dibentuk menunjukkan hasil berupa perilaku atau dinamika ketersediaan beras di Sulawesi Utara untuk rentang waktu simulasi 50 tahun, dari 2022 hingga 2072. Secara internal, kemampuan produksi beras Sulawesi Utara dengan kondisi sekarang hanya mampu menghasilkan beras di bawah dari kebutuhan konsumsi penduduknya. Sehingga kebutuhan beras untuk memenuhi konsumsi penduduk Sulawesi Utara harus didukung dengan impor beras. Terjadinya konversi lahan tanam padi menjadi bentuk penggunaan lain akan semakin menurunkan produktivitas beras Sulawesi Utara. Introduksi teknologi dalam bentuk penggunaan varitas unggul dengan hasil tinggi dan pengurangan kehilangan hasil melalui penggunaan alat dan mesin pertanian ternyata mampu meningkatkan produksi beras menjadi di atas kebutuhan konsumsi penduduk Sulawesi Utara sebelum kemudian menjadi berada di bawah garis kebutuhan konsumsi yang terus meningkat karena peningkatan jumlah penduduk.

**Kata kunci:** Ketahanan pangan, sistem dinamik, ketersediaan beras, Sulawesi Utara.

### ABSTRACT

*Food security is a condition indicated by the availability and affordability of quality food to meet the population consumption of an area such as North Sulawesi Province. This condition was studied in this research where rice availability were used as the main indicator to measure food security in question. This is based on the fact that rice is the main food commodity for the people of Indonesia. The dynamic system is applied as an approach in representing the real condition of rice availability which is influenced by many factors in the form of a model. The model formed was then used in simulation to learn the system behavior as an illustration of the condition of rice availability to meet the consumption of the population of North Sulawesi. The results show the behavior or dynamics of rice availability in North Sulawesi for a 50-year simulation period, from 2022 to 2072. The resulting dynamics show that, under current conditions, North Sulawesi is only able to produce rice. lesser than the consumption needs of the population. So that rice import must be carried out to meet the consumption of the population of North Sulawesi. The introduction of technology in the form of using high yields variety of paddy and reducing yield losses through the use of agricultural tools and machinery was able to increase rice availability to be above the consumption of North Sulawesi's population before fall ahort as the consumption continued to increase due to an increase in population.*

**Keywords:** Food security, system dynamic, rice availability, North Sulawesi

## PENDAHULUAN

Ketersediaan produk pangan dan keberlanjutan produksinya dari waktu ke waktu adalah bagian yang sangat strategis di dalam upaya untuk mewujudkan ketahanan pangan suatu wilayah, seperti Sulawesi Utara. Terdapat banyak faktor yang terlibat di dalam upaya membangun ketahanan pangan berkelanjutan, di antaranya adalah tingkat pemanfaatan teknologi pertanian dan pemberdayaan ketersediaan produk pangan lokal.

Teknologi pertanian berperan penting dalam meningkatkan produktivitas baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif terkait produksi (*on farm*) dan pengamanan produksi pertanian (*off farm*) (Molenaar, 2020), sementara pemanfaatan ketersediaan produk pangan lokal akan mampu mengurangi ketergantungan kepada produk pangan utama masyarakat Indonesia yaitu beras (Rachman dan Ariani, 2008). Di samping itu, isu ketahanan pangan juga melibatkan berbagai pihak terkait sehingga pemahaman yang tepat akan dinamika ketahanan pangan oleh seluruh pemangku kepentingan adalah kondisi yang diperlukan bagi keberhasilan perwujudan ketahanan pangan suatu wilayah seperti Sulawesi Utara.

Sistem dinamik adalah suatu metode yang sangat tepat dalam upaya memahami dinamika suatu persoalan yang melibatkan banyak komponen dengan berbagai bentuk keterkaitannya antara komponen satu dengan yang lain (Molenaar dan Nurali, 2021). Dengan sistem dinamik maka isu ketahanan pangan dilihat sebagai suatu sistem dengan banyak komponen penyusun sistem yang secara bersama-sama menentukan perilaku sistem ketahanan pangan itu sendiri dari waktu ke waktu. Dengan bantuan sistem dinamik maka pihak-pihak terkait dapat memahami dengan jelas posisi dan perannya dalam upaya untuk menghasilkan sistem ketahanan yang tepat dan berkelanjutan. Sistem dinamik memungkinkan dilakukannya serangkaian simulasi komputer terhadap model yang disusun sebagai representasi dari kondisi sistem ketahanan pangan sebenarnya. Penggunaan komputer memungkinkan untuk melakukan simulasi secara berulang-ulang dengan berbagai skenario sistem untuk menemukan komposisi struktur sistem ketahanan pangan yang memberikan hasil paling sesuai dengan yang diharapkan dan menghasilkan pemahaman terhadap komponen sistem yang penting dan besar pengaruh perubahannya terhadap perilaku sistem (Sterman, 2000).

Penelitian ini dilakukan dengan mengedepankan Sulawesi Utara sebagai lokasi kajian di mana daerah ini memiliki sumber pangan berupa beras dan non beras, namun daerah ini dari waktu ke waktu mengalami berbagai perubahan sebagai konsekuensi dari pelaksanaan pembangunan. Di dalam penelitian ini ketersediaan beras, di tengah perubahan yang ada, untuk mencukupi kebutuhan pangan penduduk Sulawesi Utara digunakan sebagai indikator ketahanan pangan. Kondisi ini didasari atas pertimbangan bahwa beras adalah komoditi pangan utama bagi masyarakat Indonesia, termasuk penduduk Sulawesi Utara. Dengan demikian, di dalam penelitian ini, dinamika ketersediaan beras bagi penduduk Sulawesi Utara dari waktu ke waktu, atas pengaruh adanya perubahan yang terjadi di dalam faktor-faktor penyusun sistem ketahanan pangan, akan digunakan sebagai ukuran kondisi ketahanan pangan daerah Sulawesi Utara.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sistem dinamik sebagai metode di mana ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara dilihat sebagai suatu sistem dengan banyak komponen beserta hubungan yang ada di antara komponen-komponen penyusun sistem (Forrester, 1968). ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara.

Dengan sistem dinamik, sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara direpresentasikan kedalam model dinamik di mana struktur model dinamik dibentuk untuk merepresentasikan sistem nyata sedemikian sehingga hubungan secara matematis yang ada di antara komponen model sistem juga menjadi representasi hubungan di antara komponen sistem dunia nyata (Pertiwi, 2003). Tahap awal adalah menyusun diagram lingkaran kausal (*causal loop diagram*) yang menggambarkan variabel-variabel utama beserta hubungan di antaranya. Diagram dimaksud selanjutnya ditransformasi menjadi diagram stok dan aliran (*stock and flow diagram*) di mana setiap variabel direpresentasikan dengan persamaan matematis yang sesuai sedemikian sehingga perubahan yang terjadi pada masing-masing variabel dapat disimulasikan untuk melihat pengaruhnya terhadap perilaku sistem.

Model dinamik sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara dikembangkan secara bertahap dengan mula-mula menyusun model sub-sistem dinamik perkembangan penduduk Propinsi Sulawesi Utara dari waktu ke waktu. Melalui simulasi komputer terhadap dinamika perkembangan penduduk dapat dipelajari perilaku perkembangan penduduk hasil simulasi apakah sesuai dengan kondisi dunia nyata (Bach dan Ceric, 2007). Model perkembangan penduduk Sulawesi Utara diperlukan untuk menduga perilaku kebutuhan konsumsi penduduk dari waktu ke waktu. Pengembangan selanjutnya adalah model sub-sistem dinamik produksi beras. Melalui simulasi komputer terhadap model maka dapat dipelajari dinamika produksi beras dari waktu ke waktu. Sub-sistem ketersediaan beras adalah model ketiga yang disusun di mana melalui simulasi komputer terhadap model diperoleh gambaran dinamika ketersediaan beras dari waktu ke waktu.

Seluruh proses di atas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak sistem dinamik Vensim PLE (Ventana Systems, inc.) yang memungkinkan untuk dilakukannya uji struktur dan uji perilaku setiap sub-sistem yang dibentuk sebelum dan sesudah digabung menjadi model sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara. Simulasi dilakukan dengan menggunakan komputer yang memungkinkan dilakukannya beberapa skenario untuk memahami permasalahan yang ada dan solusi terbaik untuk menghasilkan sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara yang berkelanjutan.

Validasi model dilakukan menggunakan metode *mean absolute percentage error* (MAPE) (Budiawan, Arvianto, dan Hadi. 2017), dengan rumus perhitungan seperti pada persamaan (1).

$$MAPE (\%) = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_{t=1}^n |Dt - Ft| / Dt \dots\dots\dots (1)$$

dengan *Dt* sebagai nilai aktual tahun ke *t*, *Ft* adalah nilai dugaan model tahun ke *t*, *n* adalah jumlah data yang digunakan [12]. Hasil perhitungan MAPE yang memiliki nilai lebih kecil dari 10% menunjukkan pendugaan model dikatakan sangat akurat, sementara nilai MAPE yang lebih besar dari 10% menunjukkan pendugaan model semakin tidak akurat.

## HASIL dan PEMBAHASAN

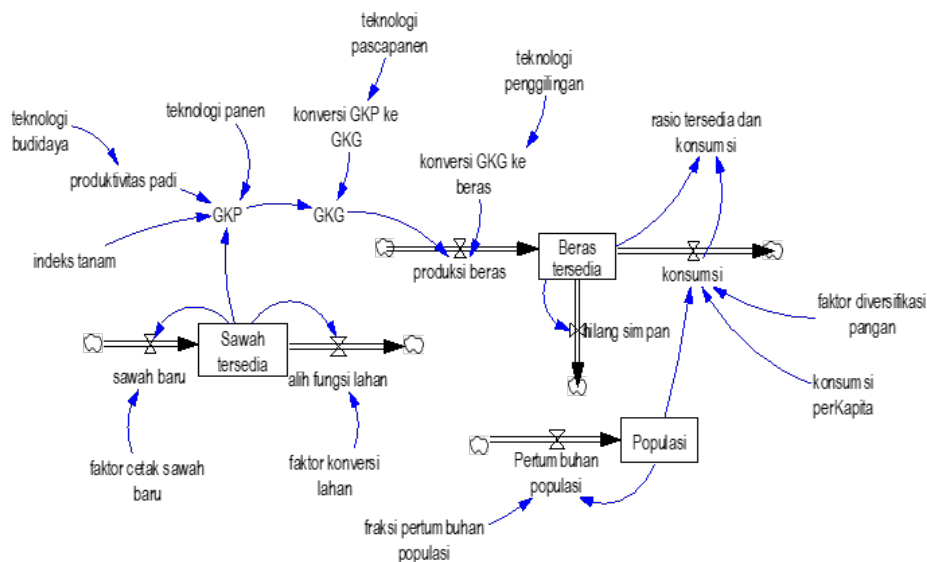
### Keadaan Umum Propinsi Sulawesi Utara

Provinsi Sulawesi Utara terletak pada 0°15' - 5°34'LU dan antara 123°07' - 127°10'BT., dengan batas-batas wilayah adalah Laut Sulawesi, Samudra Pasifik dan Filipina (Utara), Laut Maluku (Timur), Teluk Malukgu (Selatan) dan Provinsi Gorontalo (Barat). memiliki luas 15.500, 28 km<sup>2</sup>, dengan kepadatan penduduk pada tahun 2020 sebesar 2.621.923 jiwa

atau setara kepadatan penduduk 183 jiwa/km<sup>2</sup> (Anonim, 2022). Sumbangan sektor pertanian terhadap total PDRB adalah sebesar 21% dengan 40,72% lahan untuk tanaman pangan, 12,95% tanaman perkebunan, dan 17,30% untuk bentuk kegiatan pertanian lainnya, termasuk perikanan darat. Dengan luas sawah baku sebesar 46.803 hektar di mana pada tahun 2021, luas panen padi mencapai sebesar 59.514,72 hektar dengan produksi sebesar 228.995,95 ton gabah kering giling (GKG) atau setara 128,02 ribu ton beras. Dengan dukungan sistem irigasi yang ada (sistem irigasi campuran), sebagian pertanaman padi di Sulawesi Utara berpotensi memiliki pertanaman atau indeks tanam lebih besar dari 1, artinya dapat ditanam mencapai 2 kali per tahun pada lahan sawah yang ada. Namun kondisi lahan sawah di Sulawesi Utara dari tahun 2008 – 2021 menunjukkan adanya potensi penurunan luas lahan sawah, terutama karena adanya alih fungsi lahan menjadi non-sawah atau bahkan penggunaan nonpertanian. Rata-rata produksi padi sawah per hektar di Sulawesi Utara adalah 4.66 ton Gabah Kering Giling (GKG). Dengan tingkat konversi dari GKG ke beras (GKG) sebesar 56% menghasilkan 2.6 ton beras per hektar. Wilayah Sulawesi Utara didukung oleh iklim tropis basah dengan curah hujan berkisar antara 2000-3000 mm, dan rata-rata jumlah hari hujan per tahun adalah 90-130 hari.

### Model Sistem Dinamik Ketersediaan Beras Propinsi Sulawesi Utara

Model sistem dinamik ketersediaan beras Propinsi Sulawesi Utara dikembangkan dari tiga sub-sistem yakni, sub-sistem perkembangan penduduk, sub-sistem produksi gabah padi, dan sub-sistem konsumsi dan ketersediaan beras (Molenaar dan Nurali, 2021). Gabungan dari ketiga sub-sistem dimaksud menghasilkan sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram stok dan aliran model sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara

Tabel 1. Parameter sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara

No	Parameter	Nilai	Unit
1	Luas wilayah Sulawesi Utara	15.500,28	Km <sup>2</sup>
2	Populasi tahun 2022	2.805.290	Jiwa
3	Pertumbuhan penduduk	1.5	%/thn
4	Konsumsi beras perKapita	0.114	ton/jiwa/thn
5	Lahan sawah tahun 2020	46803	ha
6	Laju konversi lahan	-	%/thn
7	Laju cetak sawah baru	-	%/thn
8	Produktivitas padi	5	ton/ha
9	Indeks penanaman	1.5	kali/thn
10	Potensi produksi padi ke GKP	90	%
11	Potensi GKP ke GKG	83	%
12	Potensi GKG ke beras	56	%
13	faktor diversifikasi pangan	-	%
14	Tingkat teknologi budidaya	1	
15	Tingkat teknologi panen	90	%
16	Tingkat teknologi pascapanen	83	%
17	Hilang penyimpanan	2	%

Sistem dimaksud sebenarnya merupakan hasil pengembangan terhadap model yang telah dihasilkan sebelumnya (Molenaar dan Nurali, 2021), terutama melalui adanya penambahan komponen pada bagian subsistem produksi beras dan subsistem ketersediaan beras. Modifikasi dilakukan dengan melengkapi model yang ada melalui penambahan variabel teknologi budidaya dan teknologi panen dan pascapanen.

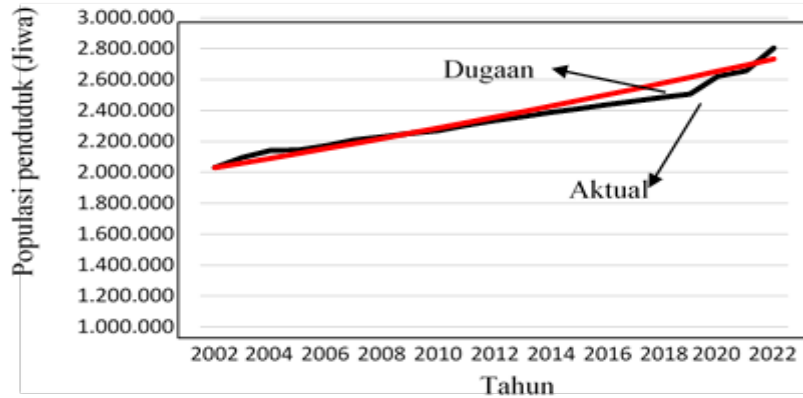
Ketiga sub-sistem dasar penyusun sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara tersebut selanjutnya dapat menjadi dasar untuk pengembangan model sistem yang lebih kompleks dengan menambah komponen seperti berbagai variabel yang menyangkut impor maupun ekspor beras ketika terjadi kondisi surplus dan defisit ketersediaan beras di Propinsi Sulawesi Utara. Adapun parameter yang digunakan dalam model disajikan pada Tabel 1.

## Perilaku Sistem Ketersediaan Beras Propinsi Sulawesi Utara

### a. Perkembangan jumlah dan konsumsi beras penduduk Propinsi Sulawesi Utara

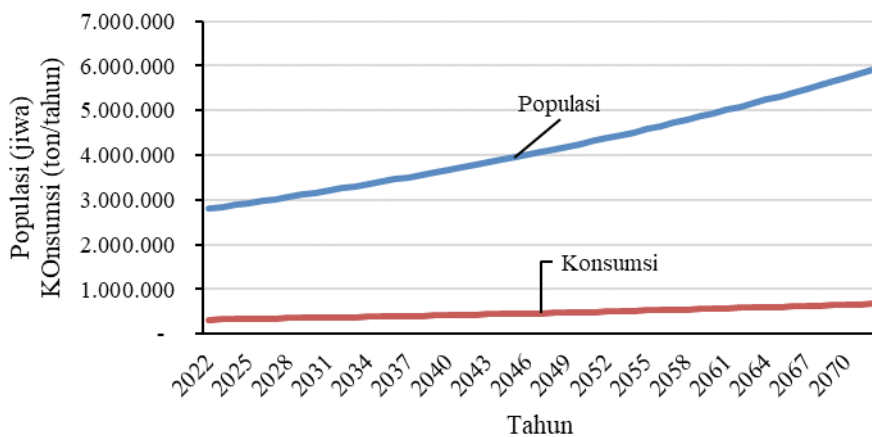
Model subsistem kependudukan Sulawesi Utara disusun berdasarkan data aktual pertumbuhan penduduk Sulawesi Utara antara tahun 2002 sampai dengan tahun 2022. Hasil pendugaan model pertumbuhan penduduk Sulawesi Utara seperti pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa model pendugaan penduduk Sulawesi Utara memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai MAPE sebesar 1,61%, yaitu jauh berada di bawah 10%. Dengan demikian, model tersebut diterima sebagai memiliki akurasi yang tinggi untuk digunakan dalam pendugaan pertumbuhan jumlah penduduk Sulawesi Utara di masa yang akan datang di dalam model ketersediaan beras di Propinsi Sulawesi Utara. Selanjutnya, estimasi jumlah penduduk Sulawesi Utara dengan menggunakan model sistem dinamis untuk periode tahun

2022 sampai 2072 ditunjukkan pada Gambar 3 di mana pertumbuhan penduduk menuju 5.905.820 jiwa pada tahun 2072.



Gambar 2. Model populasi penduduk Sulawesi Utara

Sejalan dengan pertumbuhan jumlah populasi penduduk Sulawesi Utara, Gambar 3 juga menunjukkan peningkatan konsumsi beras penduduk Sulawesi Utara yang dihitung berdasarkan parameter yang ada pada Tabel 1 untuk selang waktu tahun 2022 hingga 2072 yakni menunjukkan adanya peningkatan kebutuhan konsumsi beras dari awalnya sebesar 319.803 ton beras per tahun pada tahun 2022 meningkat menjadi 673.264 ton beras per tahun pada tahun 2072. Kondisi tersebut sesuai dengan perkiraan kondisi nyata peningkatan populasi penduduk yang berkorelasi positif dengan peningkatan konsumsinya.



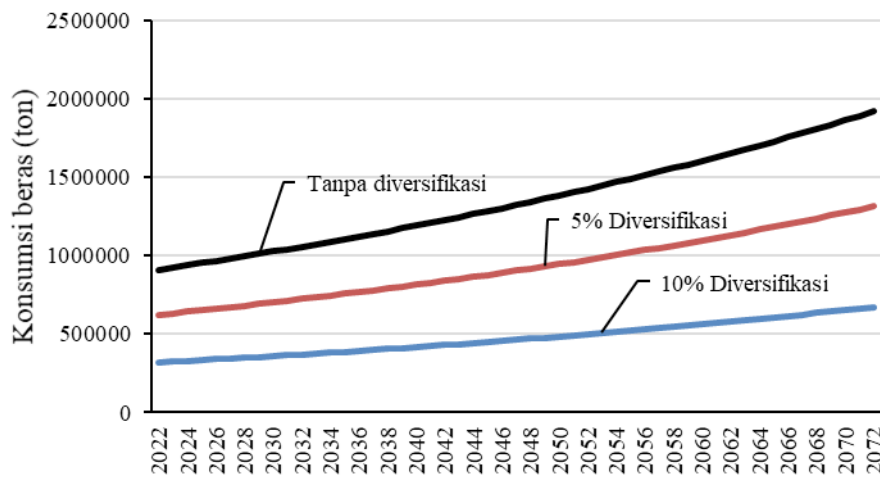
Gambar 3. Populasi penduduk dan konsumsi tahun 2022 - 2072.

#### b. Dinamika penyediaan beras secara lokal di Sulawesi Utara

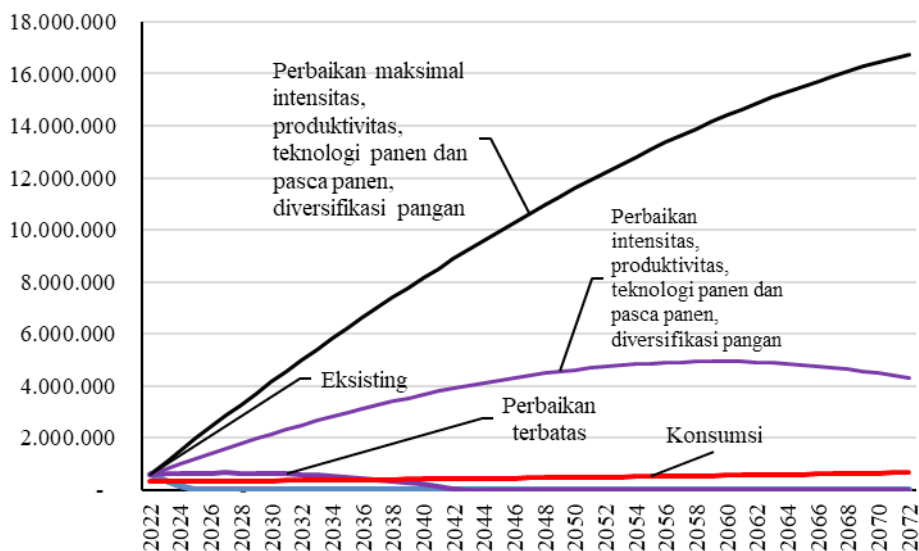
Upaya pemenuhan kebutuhan beras di Propinsi Sulawesi Utara dapat juga melibatkan pengembangan diversifikasi pangan dengan memberdayakan potensi sumber pangan yang tersedia secara lokal. Upaya tersebut akan memberikan pengaruh terhadap penurunan tingkat ketergantungan terhadap beras. Gambar 4 menunjukkan penurunan konsumsi penduduk ketika sebagian sumber pangan dipenuhi melalui diversifikasi pangan.

Sementara jika dari sisi produksi pada kondisi sekarang dengan tingkat produktivitas

4.5 ton gabah kering panen per hektar, diikuti indeks penanaman yang hanya 1 kali setahun, tingkat teknologi panen, pasca panen dan penggilingan yang ada maka kemampuan dalam menyediakan beras secara lokal bagi penduduk Sulawesi Utara hanya mencukupi hingga tahun 2024 sebelum selanjutnya harus dipenuhi melalui impor (Gambar 5). Sementara dengan beberapa upaya perbaikan dalam bentuk peningkatan intensitas penanaman menjadi 2 kali dalam setahun, penggunaan varitas padi dengan hasil rata-rata 6 ton per hektar, ditambah dengan peningkatan penerapan teknologi panen, pasca panen dan penggilingan yang mampu menurunkan tingkat kehilangan hasil (Hartulistiyoso, 2003, Molenaar, 2020) diikuti dengan upaya diversifikasi pangan yang mampu menekan kebutuhan konsumsi beras hingga 5% maka kemampuan penyediaan beras secara lokal bagi penduduk Sulawesi Utara akan meningkat namun masih terbatas hingga tahun 2042 sebelum selanjutnya kebutuhan penyediaan beras harus dipenuhi melalui impor (Gambar 5).



Gambar 4. Pengaruh diversifikasi pangan terhadap kebutuhan beras penduduk



Gambar 5. Ketersediaan beras di Propinsi Sulawesi Utara pada beberapa skenario

Adapun, dengan memperbaiki berbagai infrastruktur yang diperlukan terkait dengan tahapan kegiatan panen, pascapanen dan penggilingan, ditambah dengan penggunaan varitas padi dengan hasil tinggi yang tersedia yang dapat menghasilkan panen 8 ton per hektar ditambah dengan dilakukannya diversifikasi pangan hingga mencapai 10% dari konsumsi penduduk maka ketersediaan beras yang dihasilkan secara lokal akan mampu mencukupi kebutuhan konsumsi penduduk hingga di atas tahun 2072 walaupun intensitas tanam dioptimalkan hingga 2 kali dalam setahun (Gambar 5). Kondisi tersebut ditunjukkan dengan garis ketersediaan beras yang cukup jauh di atas garis konsumsi normal penduduk Sulawesi Utara.

Selanjutnya, dengan melakukan berbagai perbaikan seperti menyiapkan infrastruktur yang memungkinkan dilakukannya 3 kali tanam dalam setahun, penggunaan varitas padi dengan produktivitas tinggi sehingga mampu mencapai 8 ton per hektar atau lebih, ditambah dengan upaya memaksimalkan penggunaan teknologi panen, pascapanen dan penggilingan serta diikuti dengan upaya meningkatkan diversifikasi pangan hingga 10%, maka kemampuan Sulawesi Utara untuk menghasilkan beras secara lokal untuk memenuhi kebutuhan konsumsi penduduknya menjadi jauh meningkat (Gambar 5). Kondisi yang ada bahkan menunjukkan bahwa Propinsi Sulawesi Utara dapat menjadi pengeksport beras dari surplus produksi beras yang dihasilkan.

## **KESIMPULAN**

Pada penelitian ini berhasil disusun model sistem dinamik ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara yang tersusun dari berbagai variabel beserta hubungan yang ada di antaranya yang membentuk struktur sub-sistem perkembangan penduduk, sub-sistem produksi, dan sub-sistem ketersediaan beras telah. Model sistem yang dihasilkan telah dapat menunjukkan perilaku sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara melalui simulasi komputer dengan beberapa skenario yang menghasilkan pemahaman yang cukup atas perilaku sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara.

Perilaku sistem menunjukkan adanya kemampuan Propinsi Sulawesi Utara dalam menyediakan beras secara berkelanjutan bagi kebutuhan konsumsi penduduk Sulawesi Utara secara lokal yang dapat dihasilkan dengan melakukan berbagai penyesuaian pada variabel-variabel penentu struktur dan perilaku sistem ketahanan pangan Propinsi Sulawesi Utara. Penyesuaian dimaksud meliputi optimalisasi intensitas penanaman, penggunaan teknologi budidaya berupa varitas padi dengan hasil tinggi, perbaikan teknologi panen, pascapanen, dan penggilingan serta melalui upaya diversifikasi pangan dengan memberdayakan sumber pangan lokal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2022. Propinsi Sulawesi Utara dalam Angka 2022. Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara.
- Bach, M. P and Vlatko Peric. 2007. Developing system dynamics models with “step-by-step” approach. *Journal of information and organizational sciences*, Volume 31, Number 1 (2007).
- Budiawan, W., A. Arvianto, Hadi, M. N. 2017. Analisis Kebijakan Persediaan Beras Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017* ISSN: 2579-6429 Surakarta, Mei 2017.

- Forrester, J.W. 1968. Principle of Systems. Cambridge, MIT Press.
- Petiwi, S. 2003. A system dynamic model for policy analysis in food security system in Indonesia. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium-Workshop in Southeast Asia, Thailand. Jurnal of Agriculture Development in the Tropics and Subtropics. Kassel University Press.
- Molenaar, R. 2020. Panen dan pascapanen Padi, Jagung dan Kedelai. Jurnal EUGENIA Vol: 26, Nomor 1 (2020). 1
- Molenaar, R dan E. Nurali. 2021. Study of Food Security in South Minahasa Regency Using System Dynamics. Proceeding of The International Conference on Natural Sciences, Mathematics, Applications, Research, and Technology, Vol. 1 (2021).
- Sterman, J.D. 2000. Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World. Mc.Graw Hills, Boston, USA.

## KINETIKA PERUBAHAN PARAMETER MUTU DAUN SALAM (*EUGENIA POLYANTHA*) SELAMA PENYIMPANAN

Andasuryani<sup>1\*</sup>, Dinah Cherie<sup>1</sup>, Izzatu Aulia Annisa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pertanian dan Biosistem, Fateta, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis-Padang 25163

<sup>2</sup>Alumni Teknik Pertanian dan Biosistem, Fateta, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis-Padang 25163

\*Email: [andasuryani@ae.unand.ac.id](mailto:andasuryani@ae.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Daun salam (*Eugenia polyantha*) yang baru dipetik memiliki kadar air yang cukup tinggi ( $74,88 \pm 1,64\%$ ) yang mempengaruhi mutunya selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi laju perubahan parameter mutu daun salam dan memperoleh model kinetika selama proses penyimpanan. Pengujian daun salam menggunakan tiga suhu yang berbeda ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , yang diteliti selama satu bulan dengan parameter mutu meliputi susut bobot, kandungan klorofil, dan perubahan *ion leakage*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap parameter mutu daun salam yang dianalisis. Peningkatan susut bobot, penurunan kandungan klorofil, dan perubahan *ion leakage* mengikuti orde nol, dengan nilai  $E_a$  berturut-turut  $4,924\text{ kJ/mol}$ ,  $7,083\text{ J/mol}$ , dan  $10,876\text{ kJ/mol}$ . Pengaruh suhu penyimpanan berhasil dijelaskan dengan hukum Arrhenius, yang menghasilkan model kinetika  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  berturut-turut untuk susut bobot, kandungan klorofil dan perubahan *ion leakage*. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menduga mutu daun salam selama penyimpanan.

**Kata kunci:** Arrhenius; daun salam, mutu; model kinetika; penyimpanan.

### ABSTRACT

Freshly picked bay leaves (*Eugenia polyantha*) have a reasonably high-water content ( $74.88 \pm 1.64\%$ ) which affects their quality during storage. This study aimed to identify the rate of change of bay leaf quality parameters and obtain a kinetic model during the storage process. Bay leaf testing used three different temperatures ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , which were investigated for one month with quality parameters including weight loss, chlorophyll content, and changes in ion leakage. The results showed that temperature and storage time significantly impacted the quality parameters of the bay leaves analyzed. The increase in weight loss, chlorophyll content decrease, and ion leakage changes followed zero order, with  $E_a$  values being  $4.924\text{ kJ/mol}$ ,  $7.083\text{ J/mol}$ , dan  $10.876\text{ kJ/mol}$ , respectively. The effect of storage temperature was successfully explained by the Arrhenius law, which resulted in a kinetic model of  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  respectively for weight loss, chlorophyll content and ion leakage changes. The results of this study can be used to estimate the quality of bay leaves during storage.

**Keywords:** Arrhenius; bay leaf; quality; kinetic model; storage.

## PENDAHULUAN

Daun salam (*Syzygium polyanthum*) adalah salah satu anggota keluarga *Myrtaceae* yang digunakan sebagai bahan rempah-rempah karena aromanya yang khas dan dapat menambah aroma dan cita rasa makanan. Daun salam juga telah digunakan sebagai bahan obat untuk beberapa kondisi penyakit, seperti gastritis, hipertensi, hiperkolesterolemia, diare, penyakit kulit, diabetes, dan endometriosis (Abdulrahman, 2021). Manfaat yang diperoleh dari daun salam ini dikaitkan dengan kandungan alaminya, termasuk tanin, flavonoid, dan minyak atsiri (Syarifah *et al.*, 2019). Flavonoid merupakan senyawa utama yang terdapat di dalam daun salam yang bermanfaat sebagai antiinflamasi, antialergik, antitumor, antiplatelet, antivirus, antimikroba, dan antioksidan (Novira & Febrina, 2019). Sifat antimikroba dari ekstrak daun salam karena adanya senyawa pyrogallol,  $\beta$ -Sitosterol, phytol, hexadecanoic acid, gallic acid, bergenin, quercetin 3-(6"-galloyl)galactoside, madecassic acid, quillaic acid and asiatic acid (Ramli *et al.*, 2023). Selanjutnya, sifat antioksidan daun salam menunjukkan bahwa daun salam memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC50 sebesar 37,441 ppm, 14,889 ppm, dan 11,001 ppm berturut-turut untuk daun salam muda, setengah tua, dan tua (Bahriul *et al.*, 2014).

Daun salam biasanya digunakan dalam keadaan segar. Seiring berjalannya waktu, daun salam segar akan mengalami penurunan mutu baik saat disimpan pada suhu ruang maupun suhu dingin. Hal ini akan mengurangi manfaat yang dapat diperoleh dari daun salam tersebut. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagaimana perubahan mutu daun salam berubah akibat durasi dan suhu penyimpanan. Pemodelan degradasi kinetik merupakan langkah penting untuk mengendalikan dan memprediksi perubahan parameter fisika-kimia selama proses pengolahan dan penyimpanan (Remini *et al.*, 2015). Zhang *et al.* (2021) juga mendukung bahwa pemodelan kinetika digunakan untuk mengendalikan dan meramalkan perubahan indeks mutu makanan, menjelaskan pembentukan senyawa yang tidak diinginkan, agregasi dalam pembentukan tekstur, dan inaktivasi enzim serta mikroorganisme. Ditambahkan olehnya bahwa dalam pemodelan kinetika, berbagai parameter karakteristik kinetika diperoleh, seperti laju reaksi dan energi aktivasi dengan pendekatan empirisnya berdasarkan pada konsep orde reaksi.

Pemodelan kinetika sudah berhasil dilakukan pada buah-buahan segar seperti kiwi (Zhang *et al.*, 2021), tomat segar (Pinheiro *et al.*, 2013); biji-bijian seperti biji kopi (Kuncoro *et al.*, 2018), olahan sayur atau buah-buahan seperti pure bayam (Nisha *et al.*, 2004), jus jeruk (Remini *et al.*, 2015), dan produk beku seperti sayuran hijau beku (Giannakourou & Taoukis, 2003). Bagaimanapun juga, masih sedikit penelitian yang berfokus pada model kinetika daun salam segar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi laju perubahan parameter mutu daun salam dan memperoleh model kinetika selama proses penyimpanan.

## METODE PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan tentang bahan atau material pengujian, bahan analisis kimia, alat yang digunakan, prosedur penelitian, pengukuran indeks mutu, model kinetika laju reaksi selama penyimpanan, dan analisis data.

### Bahan

Daun salam (*Syzygium polyanthum*) dipetik dari pohon salam yang ditanam di kota Padang, Sumatera Barat. Sampel daun dipanen dengan hati-hati untuk memastikan tidak terjadi kerusakan mekanik dan bebas dari serangan penyakit atau serangga. Setelah dipetik,

daun salam segera diangkut ke laboratorium. Pemilihan daun salam dilakukan berdasarkan daun ke-5 dari urutan daun paling ujung (daun muda), dengan panjang daun sekitar 12-15 cm. Total sampel yang digunakan adalah 432 helai daun salam yang dibagi menjadi 9 kelompok pengamatan. Bahan lain yang digunakan adalah aquades, mannitol, dan aseton 80%.

### Alat

Peralatan yang digunakan terdiri dari kulkas dan freezer, kotak polipropilen (PP), timbangan digital (merk Kern, Germany 320 g x 0,0001g), spektrofotometer UV VIS, conductivity meter, dan water bath.

### Prosedur penelitian

Daun salam yang sudah disortasi dan bersihkan dimasukkan ke dalam kemasan kotak PP dan disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda, yaitu suhu -10, 10, dan 28°C dengan 3 kali ulangan. Kadar air daun salam segar yang diukur pada hari ke nol adalah 74,88 ± 1,64%. Selama periode penyimpanan tersebut, indeks mutu seperti susut berat, kandungan klorofil, dan kebocoran ion (ion leakage) diamati setiap 2 hari sekali selama 30 hari.

### Pengukuran indeks mutu

#### a. Susut bobot

Susut bobot (WL) dianalisis dengan metode penimbangan dan dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Untuk menghitung susut bobot, daun salam pertama-tama ditimbang untuk mendapatkan masa awalnya sebelum diberikan perlakuan. Kemudian, daun salam ditimbang setiap dua hari sekali hingga hari ke-30 untuk mengetahui masa akhirnya.

$$WL (\%) = \frac{m_0 - m_n}{m_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:  $m_0$  adalah masa awal (g),  $m_n$  adalah masa pada waktu tertentu (g).

#### b. Kandungan klorofil

Kandungan klorofil dianalisis dengan metode spektrofotometri dan dihitung dengan menggunakan persamaan (2) yang mengacu pada Preetha *et al.* (2015). Kandungan klorofil diukur menggunakan metode spektrofotometri. Langkah pertama, daun salam ditimbang sebanyak 0,20 g dan dihancurkan. Kemudian, daun yang telah dihancurkan dicampur dengan aseton 80% sebanyak 25 ml. Campuran ekstrak daun salam dimasukkan ke dalam tabung sentrifus dan disentrifugasi selama 25 menit. Setelah proses sentrifugasi selesai, filtrat akan dihasilkan. Filtrat tersebut kemudian ditransfer ke dalam kuvet sebanyak 20 ml menggunakan pipet tetes, dengan memastikan hanya filtrat yang terbawa. Selanjutnya, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm.

$$Kandungan\ klorofil\ \left(\frac{mg}{L}\right) = 20,2 (A_{645\ nm}) + 8,02 (A_{663\ nm}) \times \frac{v}{1000 \times W} \dots\dots (2)$$

Keterangan: A adalah absorbansi panjang gelombang tertentu (nm), V adalah volume akhir dari ekstrak klorofil aseton 80%, W adalah masa sampel (g).

### c. Perubahan *ion leakage*

Perubahan *ion leakage* dianalisis dengan metode Saltvelt dan dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Daun salam ditempatkan dalam tumpukan setebal 4 mm dan ditembus menggunakan bor. Setelah itu, daun direndam dalam aquades selama 1 menit, proses ini diulang sebanyak 3 kali. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam tabung sentrifugal berukuran 50 ml yang berisi 20 ml larutan mannitol 0,2. Tabung tersebut kemudian diaduk menggunakan *water bath incubator* dengan kecepatan putar sebesar 100 RPM. Pengukuran nilai konduktivitas dilakukan menggunakan *conductivity meter* setiap 30 menit. Setelah itu, tabung sentrifugal ditutup dan disimpan dalam lemari es selama 24 jam. Untuk mencairkan bongkahan es, sampel direbus selama sekitar 10 menit. Dilakukan pengadukan tambahan selama 30 menit menggunakan *water bath* untuk mengukur total konduktivitas. Hasil pengukuran konduktivitas kemudian dihitung dalam bentuk persen (%).

$$\text{Perubahan kebocoran ion (\%)} = \frac{(n_2 - n_1)}{(n_t - n_1)} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:  $n_1$  adalah nilai konduktivitas mannitol (mS/cm<sup>2</sup>),  $n_2$  adalah nilai konduktivitas sampel (mS/cm<sup>2</sup>),  $n_t$  adalah nilai konduktivitas total (mS/cm<sup>2</sup>).

### Model kinetika laju reaksi selama penyimpanan

Produk pertanian selama dalam penyimpanan akan mengalami perubahan mutu yang dapat dijelaskan dengan menggunakan kinetika orde nol, orde pertama, dan orde kedua (Corradini & Peleg, 2006). Penggunaan kinetika dalam aplikasi makanan dapat menggunakan persamaan (4), (5), (6), dan (7) dan ketergantungan konstanta laju reaksi  $k$  terhadap suhu dijelaskan menggunakan persamaan Arrhenius yaitu persamaan (8) (Van Boekel, 1998; Martins *et al.*, 2001).

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^n \tag{4}$$

$$\text{Orde nol: } [A] = [A]_0 - kt \tag{5}$$

$$\text{Orde pertama: } [A] = [A]_0 e^{-kt} \tag{6}$$

$$\text{Orde ke dua: } \frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt \tag{7}$$

$$k = A * e^{-\frac{E_a}{RT}} \tag{8}$$

Keterangan:  $A_t$  adalah nilai indeks mutu pada suatu waktu tertentu,  $t$  adalah waktu penyimpanan (hari),  $k$  adalah laju reaksi (hari<sup>-1</sup>) (biasanya  $0 \leq n \leq 2$ ), dan  $n$  adalah orde reaksi,  $A$  adalah faktor frekuensi,  $E_a$  adalah energi aktivasi (kJ/mol),  $R$  adalah konstanta gas (8,314 J/mol. K), dan  $T$  adalah suhu penyimpanan (K).

## Analisis data

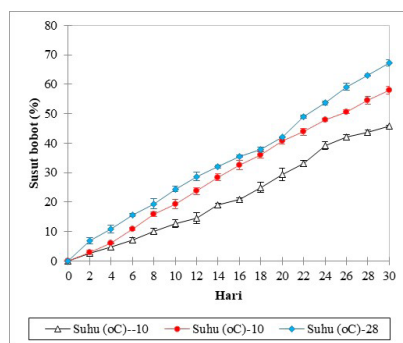
Semua analisis indeks mutu daun salam dilakukan dengan tiga ulangan dan hasilnya dinyatakan dalam nilai rata-rata  $\pm$  standar deviasi yang diolah menggunakan Microsoft Excel. Kemudian, untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap laju reaksi pada masing-masing indeks mutu daun salam, digunakan metode *One-way analysis of variance* (ANOVA) dengan menggunakan perangkat lunak XL.Stat Basic+ 2023.1.4. Untuk mengidentifikasi perbedaan, dilakukan uji lanjut yaitu uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Analisis dilakukan berdasarkan nilai signifikan yang ditetapkan pada  $p < 0,05$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

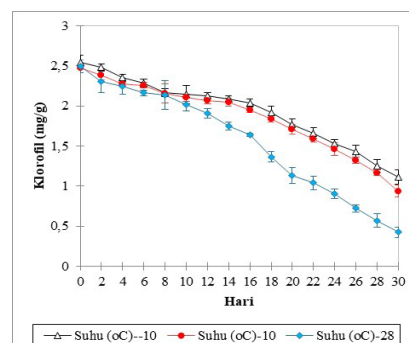
### Perubahan indeks mutu daun salam selama penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan perubahan nilai indeks kualitas daun salam selama dalam penyimpanan pada suhu  $-10$ ,  $10$ , dan  $28^{\circ}\text{C}$ . Semakin lama waktu penyimpanan dan semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin besar penurunan indeks kualitas. Susut bobot dan perubahan *ion leakage* menunjukkan tren meningkat, sementara kandungan klorofil menunjukkan tren menurun selama penyimpanan pada semua suhu.

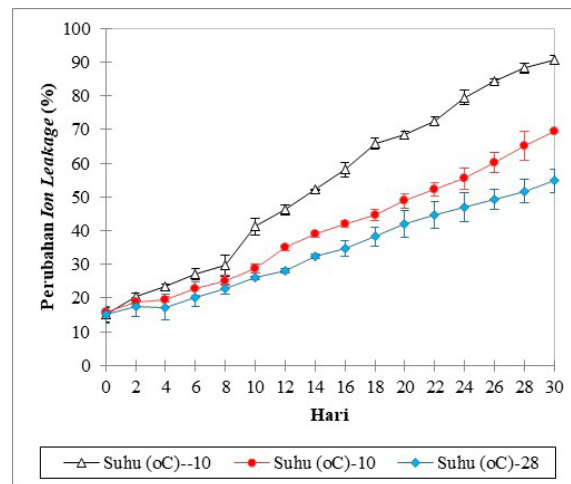
Susut bobot adalah penurunan masa suatu produk yang disebabkan oleh hilangnya air di dalamnya. Menurut Cantwell & Reid (1993), kehilangan air dapat menyebabkan penurunan berat dan kualitas visual tanaman berdaun segar yang memengaruhi pemasaran produk, fisiologi dan daya tahan produk terhadap serangan patogen. Ditambahkan olehnya, bahwa kehilangan air terjadi melalui transpirasi yang disebabkan oleh tingginya rasio permukaan terhadap volume dan banyaknya jumlah stomata pada jaringan daun hijau, dimana persentase kehilangan air pada rempah segar sebelum dapat dijual berkisar antara 5% hingga 40%. Berdasarkan susut bobot sebesar 5% hingga 40%, daun salam dapat disimpan lebih dari 20 hari pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ , tetapi kurang dari 20 hari pada suhu  $10$  dan  $28^{\circ}\text{C}$  (Gambar 1a). Suhu yang tinggi berkontribusi terhadap laju respirasi dan kehilangan air, sehingga susut bobot meningkat dengan meningkatnya suhu (Zhang *et al.*, 2021).



a



b



c

Gambar 1. Perubahan waktu dalam (a) susut bobot (%), (b) kandungan klorofil (mg/L) dan (c) *ion leakage* (%) selama penyimpanan. Garis bar menunjukkan standar deviasi.

Daun adalah komponen dari tanaman yang mengandung klorofil, yang berfungsi sebagai pigmen alami yang memberikan warna hijau pada daun (Khafid *et al.*, 2021). Penelitian ini menunjukkan bahwa selama proses penyimpanan pada berbagai suhu, warna hijau pada daun salam mengalami perubahan, menunjukkan adanya perubahan kandungan klorofil. Fathi *et al.* (2011); Nisha *et al.* (2004)pressure-cooking and a newly developed and patented fuel-efficient EcoCooker has been studied (unsteady state heating process menyatakan bahwa kerusakan pigmen klorofil merupakan penyebab utama terjadinya perubahan warna. Kandungan klorofil pada daun salam segar sekitar  $2,50 \pm 0,03$  mg/g, sedangkan setelah penyimpanan selama 30 hari, kandungannya secara berturut-turut menjadi  $1,11 \pm 0,09$  mg/g,  $0,94 \pm 0,07$  mg/g, dan  $0,43 \pm 0,06$  mg/g pada suhu penyimpanan -10, 10, dan 28°C (Gambar 1b). Hasil ini memperlihatkan bahwa penurunan kandungan klorofil daun salam secara berturut-turut sebesar 56,34%, 62,16%, dan 82,95% pada suhu penyimpanan -10, 10, dan 28°C. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin signifikan degradasi klorofil yang terjadi. Yilmaz & Gökmen (2015) menjelaskan bahwa kandungan klorofil dapat terdegradasi dengan mudah, dan perubahan konsentrasinya dipengaruhi oleh beragam faktor, seperti varietas tanaman, waktu panen, tingkat kematangan, bagian tanaman yang digunakan, serta kondisi penyimpanan dan pengolahan (termasuk suhu, oksigen, enzim, logam, dan pH). Ditambahkan oleh Indrasti *et al.* (2019) bahwa kondisi penyimpanan pascapanen dan pengolahan belum dapat menjaga integritas struktur klorofil di dalam jaringan tanaman.

Kebocoran ion, yang juga disebut sebagai *ion leakage*, terjadi saat ada kerusakan pada membran sel atau membran plasma. *Ion leakage* digunakan untuk mengevaluasi permeabilitas membran pada daun (Khayyat *et al.*, 2009). Dalam penelitian ini, persentase perubahan *ion leakage* pada daun salam sejak awal pengamatan sebesar  $15,33 \pm 0,38\%$ . Setelah penyimpanan selama 30 hari pada suhu penyimpanan -10, 10, dan 28°C, persentase perubahan *ion leakage* secara berturut-turut meningkat menjadi  $90,60 \pm 1,35\%$ ,  $69,47 \pm 0,70\%$ , dan  $54,80 \pm 3,50\%$  (Gambar 1c). Temuan ini menunjukkan bahwa persentase perubahan *ion leakage* meningkat secara bertahap dan semakin cepat meningkat saat penyimpanan berlanjut pada semua suhu penyimpanan. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu

penyimpanan, persentase perubahan *ion leakage* semakin rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Li *et al.* (2019) terkait perubahan *ion leakage* pada daun kelapa sawit yang disimpan pada suhu 4, 8, dan 12°C.

Menurut Demidchik *et al.* (2014), *ion leakage* sering terjadi ketika tanaman merespons berbagai stres lingkungan, seperti hipertermia, hipotermia, logam berat, serangan patogen, kekeringan, dan salinitas tinggi. Dalam penelitian ini, kami mempelajari *ion leakage* yang terjadi pada daun salam sebagai hasil dari suhu penyimpanan. Pada suhu -10°C, daun salam mengalami peningkatan *ion leakage* yang lebih signifikan dibandingkan dengan suhu 10 dan 28°C. Ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa pada suhu -10°C, kristal es terbentuk dalam jaringan sel daun salam. Seperti yang diketahui, ketika air membeku menjadi es, volumenya membesar dan dapat merusak struktur membran sel, sehingga ion-ion dapat dengan mudah keluar dari sel. Di sisi lain, pada suhu 10°C, perubahan *ion leakage* pada daun salam terjadi karena kekakuan membran sel. Seperti yang diketahui, komponen lipid dalam membran sel menjadi kaku dan padat pada suhu rendah, sehingga kekakuan ini dapat merusak membran sel dan menyebabkan *ion leakage*. Hal yang sama berlaku ketika daun salam disimpan pada suhu 28°C, di mana juga terjadi *ion leakage*. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 28°C masih mempengaruhi aktivitas membran sel pada daun salam.

Dalam penelitian ini, estimasi orde reaksi dari indeks kualitas didasarkan pada nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang diperoleh dari perubahan indeks kualitas seiring waktu penyimpanan (dalam hari) pada semua suhu penyimpanan. Tabel 1 menggambarkan nilai  $R^2$  untuk model reaksi orde nol, orde satu, dan orde kedua. Temuan penelitian menunjukkan bahwa indeks kualitas lebih sesuai dengan model reaksi orde nol (dengan rentang nilai  $R^2$  antara 0,953 hingga 0,998), diikuti oleh model reaksi orde satu (dengan rentang nilai  $R^2$  antara 0,873 hingga 0,977). Sebaliknya, model orde kedua memiliki nilai  $R^2$  yang lebih rendah (antara 0,487 hingga 0,981). Hasil ini menegaskan bahwa perubahan kualitas daun salam umumnya dapat dijelaskan dengan baik menggunakan model reaksi orde nol. Sementara itu, model orde kedua menunjukkan kinerja yang relatif buruk. Model reaksi orde nol telah banyak digunakan dalam penelitian untuk menggambarkan degradasi kualitas makanan (Zhang *et al.*, 2021; Melih Secer *et al.*, 2020; Herbig & Renard, 2017).

Pengaruh suhu penyimpanan terhadap laju reaksi ( $k$ ) orde nol sangat penting dan signifikan ( $p < 0,05$ ). Temuan ini menunjukkan bahwa suhu memainkan peran yang sangat penting dalam penyimpanan daun salam, Nilai absolut  $k$  meningkat seiring dengan peningkatan suhu untuk indeks kualitas susut bobot dan kandungan klorofil, tetapi nilai absolut  $k$  menurun ketika suhu meningkat untuk indeks kualitas perubahan *ion leakage*. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa perubahan indeks kualitas susut bobot terjadi sekitar 1,3 kali lebih cepat pada suhu 28°C dibandingkan dengan suhu -10°C, perubahan kandungan klorofil terjadi sekitar 1,6 kali lebih cepat pada suhu 28°C dibandingkan dengan suhu -10°C, dan perubahan *ion leakage* terjadi sekitar 0,5 kali lebih lambat pada suhu 28°C dibandingkan dengan suhu -10°C.

Tabel 1. Orde reaksi indeks kualitas berdasarkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dari orde reaksi nol, pertama dan kedua

Indek Kualitas (°C)	T	Orde Nol		Orde Pertama		Orde Kedua		
		k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	
Susut Bobot	-10	1,615 <sup>c</sup> 0,032	± 0,986 0,005	0,094 <sup>a</sup> 0,006	± 0,908 0,012	-0,009 <sup>b</sup> 0,002	± 0,587 0,023	
	10	1,991 <sup>b</sup> 0,045	± 0,997 0,001	0,089 <sup>a</sup> 0,004	± 0,872 0,016	-0,007 <sup>b</sup> 0,001	± 0,498 0,064	
	28	2,161 <sup>a</sup> 0,027	± 0,995 0,002	0,072 <sup>b</sup> 0,003	± 0,946 0,011	-0,003 <sup>a</sup> 0,0004	± 0,674 0,045	
Kandungan Klorofil	-10	-0,044 <sup>a</sup> 0,003	± 0,951 0,009	-0,025 <sup>a</sup> 0,002	± 0,912 0,015	0,014 <sup>b</sup> 0,001	± 0,840 0,042	
	10	-0,047 <sup>a</sup> 0,001	± 0,943 0,021	-0,028 <sup>a</sup> 0,0005	± 0,891 0,028	0,017 <sup>b</sup> 0,001	± 0,784 0,043	
	28	-0,070 <sup>b</sup> 0,002	± 0,970 0,010	-0,055 <sup>b</sup> ±0,003	± 0,876 0,015	0,051 <sup>a</sup> 0,006	± 0,738 0,038	
Perubahan Leakage	Ion	-10	2,691 <sup>a</sup> 0,077	± 0,990 ±0,002	0,059 <sup>a</sup> 0,002	± 0,923 0,001	-0,002 <sup>a</sup> 0,0001	± 0,797 0,039
		10	1,818 <sup>b</sup> 0,079	± 0,988 0,004	0,050 <sup>ab</sup> 0,001	± 0,972 0,003	-0,002 <sup>a</sup> 0,0000	± 0,896 0,003
		28	1,399 <sup>c</sup> 0,223	± 0,988 0,005	0,045 <sup>b</sup> 0,008	± 0,964 0,022	-0,002 <sup>a</sup> 0,0003	± 0,906 0,035

T: suhu

k: laju reaksi

Huruf kecil yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ), berdasarkan ANOVA satu arah.

### Model kinetika

Pada model reaksi orde-nol untuk semua indikator kualitas daun salam lebih lanjut dimodelkan oleh model Arrhenius, persamaan (8). Karena nilai k untuk kandungan klorofil adalah negatif, maka nilai absolut k digunakan untuk pemodelan. Parameter kinetik yang diperoleh dari model Arrhenius, ditunjukkan dalam Tabel 2. Model tersebut menunjukkan kinerja yang baik dalam pemodelan laju reaksi sebagai fungsi suhu dengan nilai  $R^2$  antara 0,729 hingga 1,000.

Tabel 2. Parameter kinetika dari indeks kualitas selama penyimpanan yang diperoleh dari model Arrhenius

Indek kualitas	Ea (kJ/mol)	A (hari <sup>-1</sup> )	$R^2$
Susut Bobot	4,924	15,472	0,983
Kandungan klorofil	7,083	1,067	0,729
Perubahan ion leakage	10,876	0,019	1,000

Dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa model Arrhenius dapat digunakan untuk menggambarkan perubahan kualitas daun salam selama penyimpanan. Energi aktivasi ( $E_a$ ) berkisar antara 4,924 hingga 10,876 kJ/mol dan  $A$  berkisar dari 0,019 hingga 15,472 hari<sup>-1</sup>.  $E_a$  yang paling tinggi ditemukan pada perubahan *ion leakage*, diikuti oleh kandungan klorofil dan susut bobot.  $E_a$  mencerminkan energi yang diperlukan untuk perubahan indeks kualitas, di mana nilai  $E_a$  yang lebih tinggi menunjukkan energi yang diperlukan untuk bereaksi lebih besar atau perubahan kualitas yang lebih lambat, dan sebaliknya (Sarungallo *et al.*, 2018). Berdasarkan nilai  $E_a$  yang diperoleh pada penelitian ini, maka dapat dikatakan bahwa perubahan *ion leakage* lebih lama terdegradasi, dibandingkan dengan kandungan klorofil dan susut bobot. Hasil ini juga menunjukkan bahwa perubahan *ion leakage* sensitif terhadap perubahan suhu selama penyimpanan daun salam.

Berdasarkan parameter kinetika dari indeks kualitas daun salam, maka diperoleh persamaan yang dapat memprediksi perubahan indeks kualitasnya. Persamaan prediksi peningkatan susut bobot daun salam adalah  $k = 15,472 * \exp\left(-\frac{592,31}{T}\right)$ , penurunan kandungan klorofil daun salam adalah  $k = 1,067 * \exp\left(-\frac{851,91}{T}\right)$  dan peningkatan perubahan *ion leakage* adalah  $k = 0,019 * \exp\left(\frac{1308,11}{T}\right)$ .

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah menyelidiki perubahan susut bobot, kandungan klorofil dan perubahan *ion leakage* dari daun salam selama penyimpanan pada suhu -10, 10 dan 28°C. Perubahan indeks mutu selama penyimpanan paling baik dijelaskan oleh model kinetika reaksi orde nol dan laju reaksi signifikan dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Berdasarkan nilai  $E_a$ , perubahan *ion leakage* sensitif terhadap perubahan suhu selama penyimpanan daun salam. Hasilnya dapat membantu distributor untuk menentukan stok dan strategi penjualan serta konsumen untuk menentukan waktu konsumsi yang terbaik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa yang telah melakukan penelitian dan kepada penyelenggara yang telah memberi kami kesempatan untuk mempublikasikan hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahriul, P., Rahman, N., & Diah, A. W. M. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) dengan Menggunakan 1,1-Difenil-2- Pikrilhidrazil. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(August), 143–149.
- Corradini, M. G., & Peleg, M. (2006). Prediction of vitamins loss during non-isothermal heat processes and storage with non-linear kinetic models. *Trends in Food Science and Technology*, 17(1), 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.09.004>
- Fathi, M., Mohebbi, M., & Razavi, S. M. A. (2011). Application of Image Analysis and Artificial Neural Network to Predict Mass Transfer Kinetics and Color Changes of Osmotically Dehydrated Kiwifruit. *Food and Bioprocess Technology*, 4(8), 1357–1366. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0222-y>

- Giannakourou, M. C., & Taoukis, P. S. (2003). Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chemistry*, 83(1), 33–41. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00033-5)
- Khafid, A., Nurchayati, Y., & Suedy, S. W. A. (2021). Kandungan Klorofil dan Karotenoid Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) pada Umur yang Berbeda. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 6(1), 74–80. <https://doi.org/10.14710/baf.6.1.2021.74-80>
- Khayyat, M., Vazifeshenas, M. R., Rajaei, S., & Jamalain, S. (2009). Potassium Effect on Ion Leakage, Water Usage, Fruit Yield and Biomass Production by Strawberry Plants Grown under NaCl Stress. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(1), 79–88.
- Kuncoro, S., Sutiarmo, L., Nugroho, J., & Masithoh, R. E. (2018). Kinetika Reaksi Penurunan Kafein dan Asam Klorogenat Biji Kopi Robusta melalui Pengukusan Sistem Tertutup Kinetics Reaction of Caffeine and Chlorogenic Acids Reduction of Robusta Coffee Beans by Steaming in. *Jurnal*, 38(1), 105–111.
- Martins, S., Jongen, W., Boekel, V., & Martinus, A. (2001). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 364–373. <https://ucanr.edu/datastoreFiles/608-648.pdf>
- Nisha, P., Singhal, R. S., & Pandit, A. B. (2004). A study on the degradation kinetics of visual green colour in spinach (*Spinacea oleracea* L.) and the effect of salt therein. *Journal of Food Engineering*, 64(1), 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.021>
- Novira, P. P., & Febrina, E. (2019). Review Artikel: Tinjauan Aktivitas Farmakologi Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (Wight.) Walp). *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 16(1), 127–134.
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E. M., & Silva, C. L. M. (2013). Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. 'Zinac') during storage. *Journal of Food Engineering*, 114(3), 338–345. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.08.024>
- Preetha, P., Varadharaju, N., & Vennila, P. (2015). An efficient protocol for indirect somatic embryogenesis and shoot organogenesis from leaf segments of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) CV. Quntar. *African Journal of Agricultural Research*, 10(10), 1031–1042. <https://doi.org/10.5897/ajar2014.9305>
- Ramli, S., Xian, J., & Rukayadi, Y. (2023). Antimicrobial Activity of *Syzygium polyanthum* Wight (Walp.) Extract against Foodborne Pathogens in Food : A Potential Antimicrobial Agent for Natural Food Washing Solution. *MJFAS*, 19, 219–235.
- Remini, H., Mertz, C., Belbahi, A., Achir, N., Dornier, M., & Madani, K. (2015). Degradation kinetic modelling of ascorbic acid and colour intensity in pasteurised blood orange juice during storage. *Food Chemistry*, 173, 665–673. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.069>
- Van Boekel, M. A. J. S. (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food Chemistry*, 62(4), 403–414.
- Zhang, W., Luo, Z., Wang, A., Gu, X., & Lv, Z. (2021). Kinetic models applied to quality change and shelf life prediction of kiwifruits. *Lwt*, 138(July 2020), 110610. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110610>

## UJI KALOR BRIKET DARI PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI SUMBER BIOMASSA

**Ichwana Ramli<sup>1,2\*</sup>, Darusman<sup>3,4</sup>, Ira Devi Sara<sup>5</sup>, Sarah Al Magfirah<sup>1</sup>  
dan Andriani Lubis<sup>1,6</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, 23111

<sup>2</sup>Pusat Riset Pengelolaan Lingkungan Hidup Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 23111

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, 23111

<sup>4</sup>Pusat Riset Biochar dan Hutan Tropis Lestari, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 23111

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 23111

<sup>6</sup>Pusat Riset Mekanisasi Pertanian, Universitas Syiah Kuala, 23111

\*Email: [ichwana.ramli@usk.ac.id](mailto:ichwana.ramli@usk.ac.id)

### ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mewujudkan Sustainable Development Goals (SDGs) demi tercapainya pertumbuhan ekonomi yang merata, peduli lingkungan, berenergi bersih dan terbarukan yaitu dengan memanfaatkan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan. Masyarakat masih belum memanfaatkan limbah pertanian, kulit kopi, ampas kopi, limbah pasar dan usaha perabot kayu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kalor dari produk pengabdian yang memanfaatkan limbah pertanian dan kayu menjadi briquet. Setelah dilakukan proses karbonisasi (biochar) dari limbah maka dilanjutkan ke tahap pengadukan, pencetakan briquet dan pengeringan. Uji laboratorium untuk mendapatkan kualitas briquet terhadap nilai kalor briquet. Biochar dari limbah tongkol jagung, ampas kopi dan kayu dicampur dengan tepung tapioka (5%) sebagai perekat. Briquet di cetak dengan alat sederhana dengan teknik manual dengan hasil yang berbentuk silinder dengan tinggi 8 cm. Uji kalor briquet menggunakan alat bom calorimeter. Hasil uji kalor briquet dari kayu diperoleh sebesar 6028,32 Kal, ampas kopi sebesar 4288,48 Kal dan tongkol jagung sebesar 3576,12 Kal. Uji Kadar air diperoleh berkisar 4-6,6%. Hasil yang terbaik akan menjadi dasar formula untuk memproduksi briquet sebagai pengganti bahan bakar fosil. Setelah mendapatkan parameter lainnya seperti kadar air, laju pembakaran, kadar abu dan uji kerapatan briquet maka masyarakat desa (kelompok pengelolaan sampah) Lamgapang (Kabupaten Aceh Besar) diberikan pelatihan untuk membuat briquet.

**Kata kunci:** Biomassa; briquet; Desa Lamgapang; energi terbarukan; limbah.

### ABSTRACT

One of the efforts to actualize the Sustainable Development Goals (SDGs) in order to achieve equitable economic growth, save the environment with clean and renewable energy is by utilizing biomass waste as a renewable alternative energy source. The community still does not utilize agricultural waste, coffee skins, coffee grounds, market and wood furniture waste. The objective of this study was to determine the calorific value of service products that utilize agricultural waste and wood to become briquette. The carbonization process (biochar was followed up by the mixing step, briquette molding and drying stages. Laboratory tests to obtain the quality of the briquettes against the calorific value of the bricks. Biochar from corncob waste, coffee grounds and wood were mixed with tapioca flour (5%) as an adhesive. Briquettes were printed with simple tools by manual techniques that resulting in cylindrical shape with a height of 8 cm. Heat test briquettes using a bomb calorimeter. The results of the briquet heat test from wood were 6028.32 Cal, coffee grounds were 4288.48 Cal and corn cobs were 3576.12 Cal. Moisture content test obtained was ranged from 4-6.6%. The best results will form the basis of the formula for producing briquettes as a substitute for fossil fuels. After obtaining other parameters such as moisture content, burning rate, ash content and briquette density test, the village community (waste management group) of Lamgapang (Aceh Besar District) were given training to produce briquette.

**Keywords:** Biomass; briquette; lamgapang village; renewable energy; waste.

## PENDAHULUAN

1. Indonesia sebagai sebuah negara agraris, memiliki sumber energi dari berbagai bidang yang sangat melimpah ruah khususnya sumber energi dari biomassa. Sumber energi biomassa yang paling banyak ditemukan di Indonesia dapat diolah dari limbah pertanian dan limbah perkebunan. Limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket adalah diantaranya seperti tongkol jagung, ampas kopi dan serbuk kayu (Soemarsono et al., 2021)
2. Upaya perwujudan *Sustainable Development Goals* (SDGs) harus terus digalakkan terutama ditingkat desa. SDGS desa diharapkan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang merata, peduli lingkungan, berenergi bersih dan terbarukan sekaligus kesetaraan gender dalam menciptakan lapangan pekerjaan guna peningkatan perekonomian. Salah satu upaya yaitu dengan memanfaatkan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan. Masyarakat masih belum memanfaatkan limbah pertanian, warung kopi berupa ampas kopi, limbah pasar dan usaha perabot kayu, karena dalam mengurangi limbah masih dengan cara membakarnya. Tentu ini menjadi masalah baru bagi lingkungan, dengan pembakaran akan menimbulkan pencemaran udara dan hal lain yang membahayakan dapat terjadi. Selain itu limbah yang dibiarkan pada musim hujan akan menyebabkan terganggunya petani pada musim tanam berikutnya, kapasitas sungai menjadi berkurang dengan tumpukan sampah atau limbah.

Limbah pertanian dan kayu masih sangat minim dimanfaatkan untuk menjadi produk yang bernilai jual. Pemanfaatan limbah pertanian dapat digolong menjadi dua bagian yaitu limbah pertanian pasca panen dan limbah pertanian sisa industri pengolahan hasil pertanian (Agustono *et al.*, 2017). Limbah yang berasal dari bidang pertanian dan perkebunan dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif dengan mengolahnya terlebih dahulu. Salah satu cara untuk mengubah limbah pertanian menjadi bahan bakar alternatif adalah dengan cara karbonisasi. Proses pembakaran (karbonisasi) dilakukan terlebih dahulu untuk menghasilkan biochar. Dalam pembuatan biochar, bahan baku yang sering digunakan adalah sampah biomassa (Agustono *et al.*, 2017) yang tidak dapat dimanfaatkan lagi seperti tongkol jagung, ampas kopi, kayu. Biochar ini dapat dimanfaatkan menjadi pembenah tanah, tempat tinggal mikroorganisme, mencegah pemanasan global. Biochar juga dapat menjadi briket sebagai energi hijau dari biomassa alternatif pengganti minyak tanah.

Briket arang merupakan arang yang sudah dibentuk melalui beberapa tahapan menjadi bentuk briket (oval, kotak, dan penampilan lain yang menarik) sehingga dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari. Briket arang dapat dibuat dari berbagai macam limbah seperti limbah industri pengolahan kayu dibuat dengan cara pengarangan bahan baku menjadi serbuk arang, penambahan perekat tapioka/kanji sebagai campuran, kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak selanjutnya dikeringkan sehingga keadaan stabil (Sundari *et al.*, 2009). Sumber limbah yang banyak ditemui di Gampong Lamgapang (Desa Binaan Universitas Syiah Kuala) adalah tongkol jagung, ampas kopi dan serbuk kayu. Lokasi tersebut berkisar 1,5 Km dari USK dan juga dekat dengan pasar tradisional yang pengelolaan sampah perlu ditingkatkan. Selain banyak di daerah tersebut, menurut penelitian (Sulistyaningarti & Utami, 2017) mengenai pemanfaatan tongkol jagung menjadi briket dengan bahan perekat 10% menghasilkan kadar air dan kadar abu yang lebih sedikit, serta kalor yang lebih tinggi, sedangkan penggunaan bahan lainnya juga dapat di jadikan briket dengan

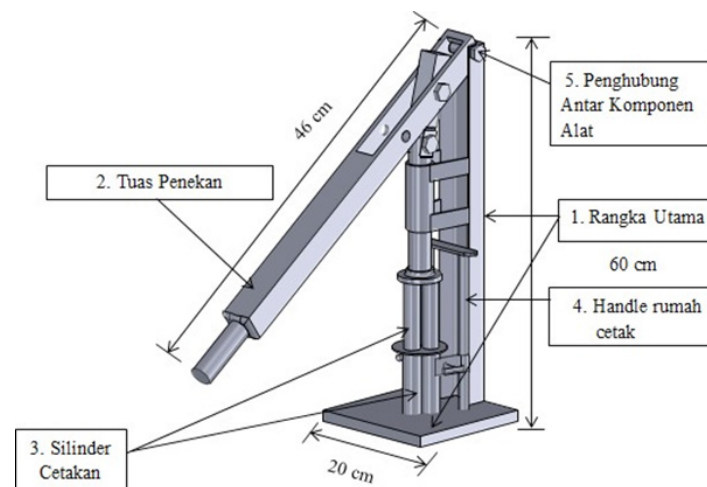
tujuan untuk mengurangi limbah pertanian secara optimal. Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti melakukan pengujian limbah pertanian yaitu tongkol jagung, ampas kopi dan serbuk kayu. digunakan sebagai briket dengan mengukur nilai kalor pada limbah tersebut, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang uji kalor briket dari pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber biomassa. Hasil uji produk bricket dari sumber bahan baku limbah yang terbaik dari uji kualitasnya akan diproduksi oleh Gampong Lamgapang.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Mekanisasi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh dan uji kalor di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas MIPA USK. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu tongkol jagung, ampas kopi, serbuk kayu dengan bahan perekat tepung tapioka dengan nilai persen 5 %, 10% dan 15%. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi wadah proses karbonisasi bahan baku briket (Gambar 1) alat pencetak briket semi mekanis (Gambar 2), timbangan digital, stopwatch, oven pengering, bom calorimeter, thermometer infrared dan aluminium foil. Wadah karbonisasi berupa Drum pembakaran, dan Kontiki. Spesifikasi Kontiki diameter atas = 150 cm, diameter bawah = 60 cm, tinggi = 90 cm, kemiringan = 63,5 °, Volume = 827 L, terbuat dari Baja. Spesifikasi Drum Diameter = 58 cm, Tinggi = 86 cm, Volume = 200 L terbuat dari plat besi yang sudah melalui proses galvanisasi. Alat Timbangan digital VIBRA Shinko Denshi.



Gambar 1. Wadah proses karbonisasi (kontiti) penghasil biochar



Gambar 2. Alat Pencetak Bricket

### Prosedure Pembuatan Bricket

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen. Prosedur kerja pada penelitian ini meliputi pengeringan bahan baku, karbonisasi, penggilingan dan penyaringan, pencampuran bahan perekat, pencetakan dan pengempaan, pengeringan dan penentuan mutu briket yang meliputi kadar air, kadar abu dan kadar zat yang hilang pada suhu 950°C. Arang yang telah terbentuk pada proses karbonisasi selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan mesin giling dan diayak sehingga diperoleh serbuk arang dengan ukuran 2 mesh. Eksperimen dalam penelitian ini yaitu melakukan pembuatan briket menggunakan bahan baku limbah pertanian yang sudah nmenjadi serbuk arang. Biochar dari tongkol jagung, ampas kopi, serbuk kayu dicampur dengan bahan perekat tepung tapioca dengan nilai 5%, 10% dan 15 %.Briket limbah pertanian yang sudah dibuat akan dilakukan uji analisis untuk mengetahui kualitas briket sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

### Uji Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing perlakuan mengacu pada (Legowo, 2004) dengan metode pengeringan oven. Diberi kode pada aluminium foil sesuai kode sampel kemudian dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama ± 15 menit, aluminium foil dimasukkan dalam desikator ± 15 menit, kemudian ditimbang aluminium foil. Sampel sebanyak 5 gr ( $W_1$ ) ditimbang dalam aluminium foil yang telah diketahui beratnya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Ditimbang sampel hingga beratnya konstan ( $W_2$ ). Dimasukkan sampel dalam desikator ± 15 menit, dilanjutkan dengan penimbangan. Mengacu pada (Kune et al., 2022) untuk mengetahui kadar air contoh uji briket dihitung menggunakan rumus:

$$KA(bb) = \frac{\text{Berat Awal}-\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

KA(bb) = Kadar air basis basah (%)

$B_b$  = Berat awal bahan (g)

$B_k$  = Berat kering bahan (g)

## Uji Kadar Abu

Kadar abu merupakan persentase perbandingan berat abu dengan berat kering. Sampel yang sudah diketahui kadar airnya yang berada dalam cawan porselin dimasukkan ke dalam tanur untuk dilakukan pemanasan dengan suhu terendah menyesuaikan suhu kamar hingga ke suhu 550 °C selama 3 jam untuk menguji kadar abu dari bricket. Setelah proses ini sampel didinginkan dan ditimbang jumlah abu nya (Ulma et al., 2021.). Kemudian 3 sampel dari setiap perlakuan diuji diangkat dari tanur dan didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan ditimbang. Kadar abu contoh uji dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu} = \text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat sisa abu}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

## Uji Nilai Kalor

Nilai kalor atau heating value yang berasal dari bahan bakar adalah jumlah panas yang terdapat dalam bahan bakar yang diuji setelah dilakukan pembakaran yang sempurna. Kualitas briket arang yang sudah dibuat dapat dilihat dari nilai kalor yang dihasilkan, dimana semakin tinggi nilai kalor yang terkandung dalam briket maka semakin baik kualitas briket yang dibuat.

Langkah dalam pengujian nilai kalor adalah menimbang kurang lebih 1 gram sampel, lalu menyiapkan rangkaian alat bom calorimeter. Selanjutnya pasang kawat platina dan di pasang benang penghubung ke sampel. Langkah selanjutnya adalah memasukkan air sebanyak 1 liter ke dalam mantel bejana rangkaian alat bom calorimeter, lalu isi gas oksigen bertekanan 25 atm ke dalam wadah sampel lalu tutup dengan rapat rangkaian alat. Selanjutnya catat suhu awal sebagai  $T_{\text{awal}}$ , jalankan alat yang sudah terhubung ke listrik dan biarkan alat selama 5 menit. Setelah 5 menit stop alat lalu catat suhu alat sebagai  $T_{\text{akhir}}$ . Lalu masukkan data-data pada perhitungan rumus perhitungan calorimeter.

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan:

- Q = Nilai Kalor (Joule)
- m = Massa air (kg)
- c = Kalor jenis air (J/kgK)
- $\Delta T$  = Perubahan Suhu (K)

## Waktu Nyala

Waktu nyala suatu briket dapat diuji dengan cara membakar briket dalam mengetahui lama proses pembakaran terjadi atau lamanya nyala api pembakaran briket. Cara pengujian lajunya kemudian dilanjutkan dengan cara mengukur massa briket yang terbakar. Waktu nyala api briket dapat diukur dengan menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital (Almu et al, 2014) Pengujian waktu nyala dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Waktu nyala} = \text{Waktu nyala} = \frac{a}{b} = \frac{\text{gr}}{\text{menit}}$$

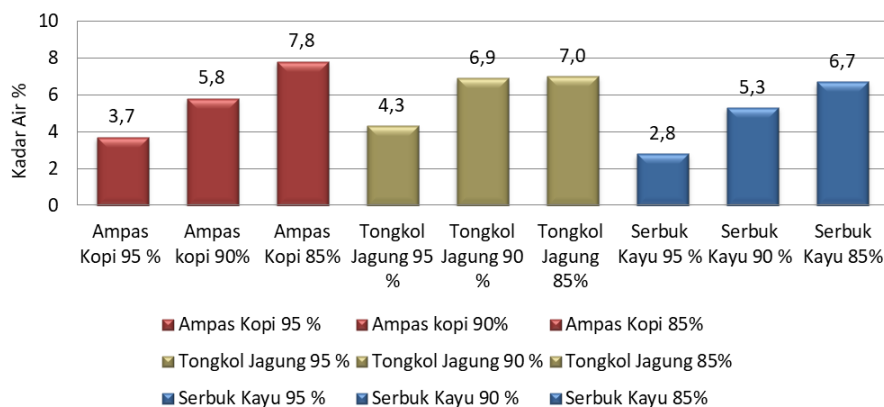
Keterangan:

- a = Massa Briket terbakar
- b = waktu Pembakaran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

Hasil pencampuran dari dan perekat yang telah dipersiapkan dalam cetakan dan dikempa menggunakan alat semi mekanis menghasilkan sebanyak 3 unit briket. Pada penelitian ini kadar air tertinggi terdapat pada briket dengan sampel ampas kopi 15% dengan nilai rata-rata 7,8% dan briket dengan sampel tongkol jagung 15% dengan nilai rata-rata 7,0%, sedangkan yang paling rendah pada sampel serbuk kayu 5% dengan nilai rata-rata 2,8% (Gambar 3). Dari penelitian ini dapat diketahui bahwasanya semua sampel memenuhi (SNI 01-6235-2000)  $\leq 8\%$ .

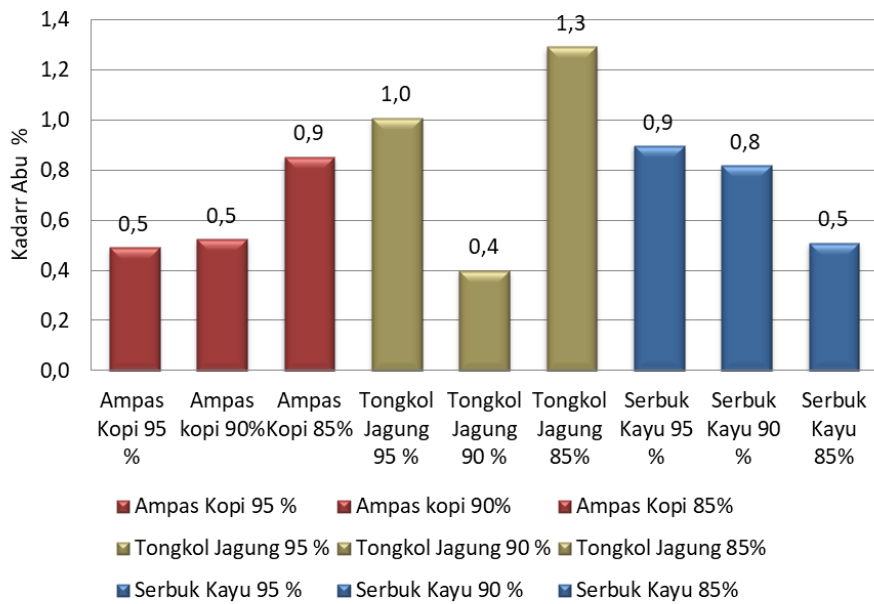


Gambar 3. Hasil pengujian kadar air

Dari penelitian ini juga dapat diketahui bahwa kadar air yang terdapat dalam briket yang diuji sangat berpengaruh terhadap kualitas briket. Dapat kita lihat bahwa semakin tinggi kadar air yang terdapat dalam briket dapat menurunkan kualitas briket karena berpengaruh pada nilai kalor sehingga mempengaruhi lajunya pembakaran briket. Rendahnya kadar air akan mempermudah briket dalam penyalannya dan tidak menimbulkan asap ketika pembakaran. Kandungan air yang tinggi akan menyulitkan penyalan briket (Subekti et al., 2018.)

### Kadar Abu

Pada penelitian ini, hasil pengujian kadar abu tertinggi terdapat pada briket tongkol jagung 10% dengan nilai rata-rata kadar abu sebesar 1,2% dan paling rendah terdapat pada briket tongkol jagung 15% dengan nilai rata-rata kadar abu sebesar 0,3% (Gambar 4). Dari penelitian ini dapat diketahui semua hasil kadar abu telah memenuhi standar SNI-6235-2000 yang mensyaratkan kadar abu  $\leq 8\%$ . Semakin rendah kadar abu kualitas briket yang dihasilkan dari briket akan semakin bagus. Semakin besar nilai kadar abu pada briket, akan menurunkan nilai kalor yang didapatkan (Basu, 2013). Peningkatan kadar abu menunjukkan adanya proses oksidasi lebih lanjut dari partikel halus.



Gambar 4. Hasil pengujian kadar abu

### Nilai Kalor

Nilai kalor dari suatu briket menunjukkan energi yang terkandung di dalam briket yang dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu pada briket. Nilai kalor berguna untuk efisiensi briket yang berarti jika nilai kalori persatuan berat rendah, berarti jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk proses pembakaran akan lebih banyak. Tetapi jika nilai kalor tinggi berarti jumlah bahan yang digunakan untuk suatu pembakaran menjadi sedikit. Dari hasil pengujian nilai kalor untuk 9 sampel briket limbah pertanian (Gambar 5), diketahui suhu awal ( $T_1$ ) dan suhu akhir ( $T_2$ ), dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil rata-rata pengujian kalor, dapat dilakukan perhitungan matematis untuk mengetahui jumlah kalor yang terdapat dalam briket (Tabel 2).

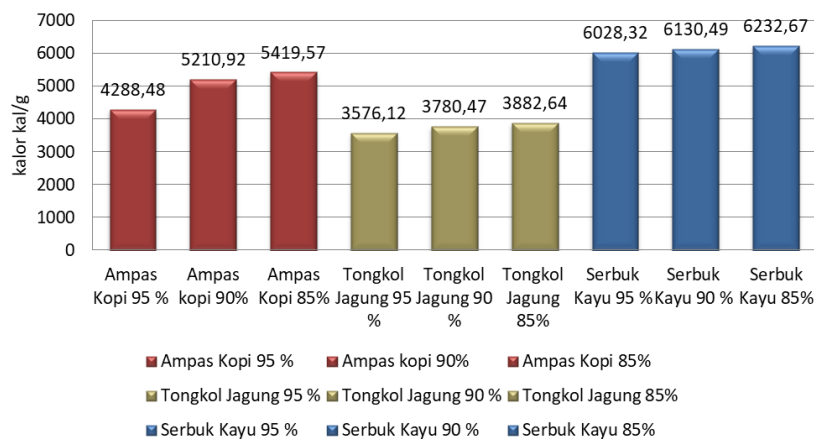
Tabel 1. Hasil rata-rata pengujian kalor

No	Sampel	$T_{awal}$ (°C)	$T_{akhir}$ (°C)	$\Delta T$ (°C)
1	Serbuk Kayu 5%	25,2	31,1	5,9
2	Serbuk Kayu 10%	27,3	33,3	6,0
3	Serbuk Kayu 15%	25,1	31,2	6,1
4	Ampas Kopi 5%	26,3	30,5	4,2
5	Ampas Kopi 10%	26,9	32	5,1
6	Ampas Kopi 15%	26,1	31,4	5,3
7	Tongkol Jagung 5%	23,3	26,8	3,5
8	Tongkol Jagung 10%	24,5	28,2	3,7
9	Tongkol Jagung 15%	25,9	29,7	3,8

Tabel 2. Perhitungan Kalori Sampel Briket

No	Sampel	Q Reaksi (J)	Q Reaksi (K)
1	Serbuk Kayu 5%	25.222,5	6.028,32
2	Serbuk Kayu 10%	25.650	6.130,49
3	Serbuk Kayu 15%	26.077,5	6.232,67
4	Ampas Kopi 5%	17.955	4.288,48
5	Ampas Kopi 10%	21.802,5	5.210,92
6	Ampas Kopi 15%	22.675,5	5.419,57
7	Tongkol Jagung 5%	14.962,5	3.576,12
8	Tongkol Jagung 10%	15.817,5	3.780,47
9	Tongkol Jagung 15%	16.245	3.882,64

Briket serbuk kayu dengan campuran tepung tapioca memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan briket lainnya. Hasil pengujian nilai kalor dapat diketahui bahwa briket serbuk kayu 15% memiliki nilai kalor yang tinggi dibanding yang lainnya, yaitu 6232.67 kal/g. Nilai kalor terendah dihasilkan oleh briket tongkol jagung 5% yaitu 3576.12 kal/g. Serbuk kayu dan ampas kopi memiliki nilai kalor memenuhi SNI 01-6235-2000 yang mensyaratkan nilai kalor diatas 5000 kal/gram. Nilai kalor biomassa sangat bervariasi dan akan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan karbon didalamnya (Sugiyono, 2015) Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket, semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan.

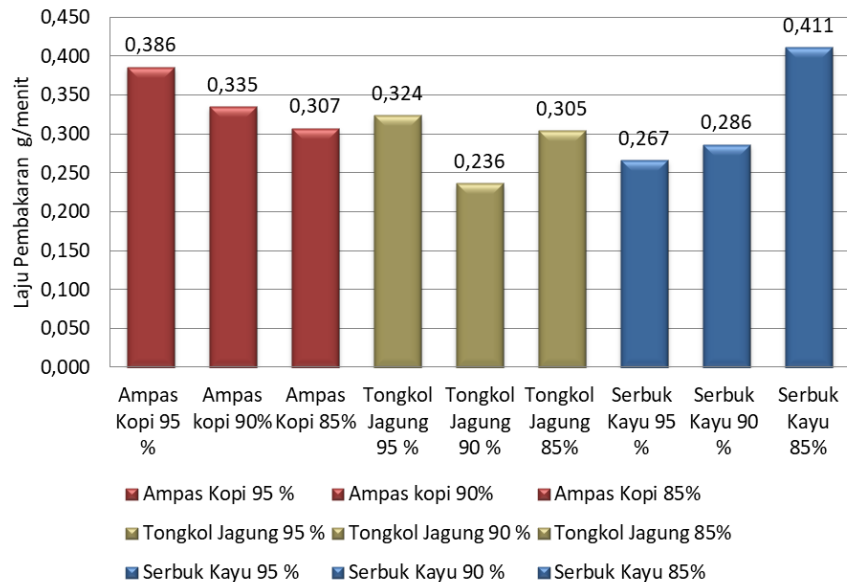


Gambar 5. Hasil pengujian nilai kalor

### Waktu Nyala

Waktu nyala merupakan kecepatan briket tersebut untuk habis terbakar, artinya semakin besar nilai waktu nyala, maka semakin cepat briket tersebut untuk habis. Hasil uji waktu nyala pada gambar 6, terlihat pada pengujian waktu nyala hasil tertinggi terdapat pada briket serbuk kayu 85% dengan persen tase tepung tapioka sebesar 15% (waktu nyala yang didapat 0.411 g/menit). Waktu nyala terendah terdapat pada briket tongkol jagung 90% dengan persentase tepung tapioka 10% didapat nilai 0.236 g/menit. Briket yang memiliki waktu nyala yang lebih lama memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan briket yang memiliki waktu nyala

cepat, sehingga semakin besar nilai waktu nyala dari briket yang dihasilkan maka kualitas briket akan semakin bagus (Teguh 2008). Menurut (Rahmadani et al, 2017) nilai kalor dan kadar air briket dapat mempengaruhi waktu nyala briket dimana semakin tinggi nilai kalor dan semakin rendah kadar air yang terkandung dalam briket maka akan menghasilkan waktu nyala suatu briket yang tinggi.



Gambar 6. Hasil pengujian waktu nyala.

## KESIMPULAN

Pembuatan briket dari biochar didapat nilai kalor dapat diketahui bahwa briket serbuk kayu 85% memiliki nilai kalor yang tinggi dibanding yang lainnya, yaitu 6232.67.00 kal/g. Nilai kalor yang dihasilkan telah memenuhi SNI 01-6235-2000 yang mensyaratkan nilai kalor diatas 5000 kal/gram. Kadar air yang paling rendah pada campuran serbuk kayu 95% (tepung tapioca 5%) didapat 2.8%. Sedangkan uji kadar abu tertinggi dengan nilai 1.3 % terdapat pada briket tongkol jagung 85%. Waktu nyala tertinggi didapat pada serbuk kayu 85% dengan nilai 0.411 g/menit. Semua sampel yang diuji memenuhi standar yang sudah ditetapkan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisa dan pengujian nilai kalor menjadi energi listrik untuk setiap sampel yang di uji di pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTB).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan berdasarkan kontrak penugasan untuk pengabdian kepada masyarakat No. 673.022/UN11/SPK/PNBP/2023. Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Syiah Kuala.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A. (2014). Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*. 4(2): 117-122.
- Agustono, B., Lamid, M., Ma'ruf, A., Thohawi, M., & Purnama, E. (2017). Identifikasi Limbah Pertanian Dan Perkebunan Sebagai Bahan Pakan Inkonvensional Di Banyuwangi. *J*

*Med Vet* , 1(1): 12-22 <http://journal.unair.ac.id>

- Basu P. 2013. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction (2nd ed). New York(US): Elsevier Inc.
- Kune, S., Ilham, J., & Harun, H. (2022). Studi Nilai Kalor Briket Bioarang Dari Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif. In *JVST* , 1(2): 23-28.
- Legowo, A.M. and Nurwantoro 2004., Analisis Pangan. Semarang: Universitas Diponegoro
- Rahmadani, Faizah H., Farida H. H. (2017). Pembuatan briket arang daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) dengan perekat pati sago (*Metroxylon sago Rott.*). *Jurnal Fakultas Pertanian*. 4(1): 7.
- Soemarsono, A. R., Ernawati, L., Nafisah, A. R., & Tarmidzi, F. M. (2021). Pelatihan Pembuatan Biobriket Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Campuran Limbah Bonggol Jagung/ Ampas Kopi/Serbuk Gergaji Kayu Kelompok Masyarakat Petani (GAPOKTAN) KM 12 Balikpapan Utara. *Berdikari: Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.11594/bjpmi.04.01.01>
- Subekti, A., Hanum Hamzah, F., Akhyar Ali, dan, Studi Teknologi Hasil Pertanian, P., & Teknologi Pertanian, J. (n.d.). Universitas Riau 4. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. In *Universitas Riau Jurnal UR*, 5(1).
- Sugiyono. (2015). Optimasi Mutu Briket Arang Campuran Cangkang Bintaro (*Cerbera Odollam Gaertn*) Dan Tempurung Kelapa Dengan Metode Respon Permukaan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulistyaningkartti, L., & Utami, B. (2017). Making Charcoal Briquettes from Corncobs Organic Waste Using Variation of Type and Percentage of Adhesives. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 43. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8518>
- Sundari, D., W. (2009). Karakteristik Briket Arang Dari Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Teguh, H.I. (2008). Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Ulma, Z., Handayani, M., Putri, A. N. R., Ivana, C. . (2021). Pengaruh Penekanan Terhadap Kadar Air, Kadar Abu, Dan Nilai Kalor Briket Dari Sludge Biogas Kotoran Sapi. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 3(2): 81-86. <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/jppl>

## ANALISA MUTU SELAMA PENYIMPANAN MAKANAN TRADISIONAL ACEH, *READY TO EAT (RTE)* SIE REUBOH

Dian Hasni<sup>1\*</sup>, Cut Nilda<sup>1</sup>, Yusriana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,  
Darussalam 23111 Banda Aceh  
\*Email: [hasni\\_dian@usk.ac.id](mailto:hasni_dian@usk.ac.id)

### ABSTRAK

*Sie reuboh* merupakan masakan tradisional khas dari daerah Aceh, khususnya Aceh Besar. *Sie reuboh* secara harafiah berarti daging rebus, berbahan baku daging, lemak, cuka aren dan rempah-rempah. Penambahan cuka membuat rasa *sie reuboh* menjadi unik dan khas. Sebagai upaya pengenalan pangan tradisional Aceh ke pasar global, diperlukan kajian yang mendalam sehingga mutu pangan tradisional konsisten dan mampu berdaya saing dengan produk lain. Salah satunya menjadikan *Sie reuboh* menjadi pangan siap saji atau *ready to eat (RTE)*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan mutu RTE *sie reuboh* yang dimasak menggunakan belanga tanah dan dikemas dalam kemasan plastik nylon selama 29 hari penyimpanan di suhu ruang berpendingin (25-27°C) dan suhu lemari pendingin (5-8°C). Kualitas RTE *sie reuboh* diamati selama 29 hari dengan melakukan pengujian kadar air, pH, nilai TBA dan kualitas mutu sensorik *sie reuboh* setiap minggunya (hari ke 0, 8, 15, 22 dan 29 hari penyimpanan). Hasil pengujian menunjukkan bahwa selama 29 hari penyimpanan, terjadi peningkatan pH nilai TBA. Selanjutnya juga terjadi penurunan mutu organoleptik terhadap *sie reuboh*, baik dari warna, aroma asam, aroma rempah, aroma daging, rasa pedas, rasa asam, rasa asin, rasa gurih, tekstur empuk dan tekstur alot. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *sie reuboh* yang disimpan pada suhu 5-8°C memiliki mutu yang lebih baik setelah penyimpanan selama 29 hari dibandingkan yang disimpan pada suhu 25-27°C.

**Kata kunci:** cuka; daging; kemasan, siap saji, tradisional; umami

### ABSTRACT

*Sie reuboh* is a traditional dish typical of the Aceh region, especially Aceh Besar. *Sie reuboh* literally means boiled meat, made from meat, fat, palm vinegar and spices. The addition of vinegar makes the taste of *sie reuboh* unique and distinctive. As an effort to introduce traditional Acehnese food to the global market, in-depth studies are needed so that the quality of traditional food is consistent and able to compete with other products, such as producing RTE food. This research aims to analyze changes in the quality of RTE *sie reuboh* which is cooked using an earthen pot and packaged in nylon plastic and kept at room temperature (25-27°C) and refrigerator temperature (5-8°C) for 29 days. The quality of RTE *sie reuboh* was observed for 29 days by testing water content, pH, TBA value and sensory quality of *sie reuboh* every week (0, 8, 15, 22 and 29 days of storage). The test results showed in 29 days of storage, there was an increase in pH and TBA value. Furthermore, there was also a decrease in the organoleptic quality of *sie reuboh*, both in terms of color, sour aroma, spice aroma, meat aroma, spicy taste, sour taste, salty taste, savory taste, soft texture and tough texture. Observation results showed that *sie reuboh* stored at a temperature of 5-8°C had better quality after storage for 29 days than that stored at a temperature of 25-27°C.

**Keywords:** meat; packaging; ready to eat; traditional food; umami; vinegar.

## PENDAHULUAN

*Sie reuboh* adalah masakan tradisional Aceh. Di masa lampau, *sie reuboh* sering disiapkan sebagai lauk pauk tentara Aceh yang bergerilya di hutan. Namun saat ini, *sie reuboh* hanya dimasak saat perayaan besar seperti hari raya Idul Fitri dan Idul Adha atau perayaan Maulid Nabi SAW. *Sie reuboh* memiliki citarasa khas dan unik karena rasanya yang asam dan gurih, dengan aroma rempah yang kuat (Hasni dkk., 2019). Citarasa kompleks tersebut berasal dari penambahan cuka aren dalam jumlah besar, dan perpaduan penggunaan lemak gajah sapi dan rempah-rempah (Masyitah dkk., 2016). Penambahan cuka aren tidak hanya memberikan rasa dan aroma asam yang khas, namun berhasil menghambat pertumbuhan mikroba patogen sehingga *sie reuboh* dikenal sebagai makanan dengan masa simpan yang lama (Erfiza et al., 2018).

Sebagai makanan perayaan, *sie reuboh* sering dimasak menggunakan belanga tanah dalam jumlah yang cukup besar sekitar 5-10 kg (Fitri, 2002). Karena citarasa khususnya, *sie reuboh* berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan industri lokal yang siap saji (RTE) dengan mutu yang kompetitif dan mampu bersaing dengan produk siap saji lainnya. Namun untuk merealisasikannya, diperlukan beberapa kajian yang berkaitan dengan formulasi, preferensi konsumen dan jenis kemasan yang digunakan. Upaya ini diperlukan untuk memperkenalkan *sie reuboh* sebagai pangan tradisional Aceh yang cepat saji, lezat, bersih, bergizi dan higienis.

Penelitian sebelumnya telah memetakan formulasi terbaik sesuai dengan penerimaan konsumen dan kondisi saat ini yang berlaku di 11 kecamatan di daerah Aceh Besar, dimana makanan tradisional ini berasal. Resep *sie reuboh* dilaporkan sudah berubah sesuai dengan perubahan gaya hidup dan preferensi konsumen. Dari survey dan penelitian yang dilakukan, formulasi 1000 g daging dengan 50% lemak dan 5% cuka aren serta bumbu pelengkap lainnya dalam 1000 ml air dilaporkan menghasilkan *sie reuboh* yang disukai oleh 40 orang konsumen *sie reuboh* (Hasni dkk., 2017). Lebih lanjut Erfiza dkk., (2018) juga melaporkan bahwa penggunaan hingga 50% lemak dan 5% cuka aren pada pemasakan *sie reuboh* menghasilkan produk dengan kadar air 52,62%; kadar abu 3,14%, protein 24,50%; lemak 14,67% dan karbohidrat 4,95%. Kandungan air dan lemak *sie reuboh* dari formulasi ini cenderung lebih rendah dari *sie reuboh* yang dihasilkan oleh Masyitah., dkk (2015) dan Suhairi (2007). Hal ini diduga karena penambahan asam cuka mengoksidasi lipid dan menurunkan kadar lemak *sie reuboh*. Selanjutnya, Hasni et al., (2020) juga meneliti *sie reuboh* yang dimasak menggunakan belanga tanah seperti pada umumnya memiliki penurunan mutu yang lebih baik dengan masa simpan yang sama dibandingkan pemasakan dengan stainless steel.

Kajian lanjutan yang diperlukan adalah transformasi *sie reuboh* menjadi produk *RTE - ready to eat*. Oleh karena itu, kajian jenis kemasan dan kondisi penyimpanan perlu dilakukan. Kemasan nylon umum digunakan sebagai kemasan pangan saji. Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan kajian untuk mempelajari bagaimana perubahan kualitas RTE *sie reuboh* yang dimasak di belanga tanah, dikemas dengan kemasan nylon dan disimpan pada suhu yang berbeda. Hasil kajian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi untuk meningkatkan masa simpan *RTE sie reuboh*.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

bahan yang digunakan adalah daging sapi bagian has dalam yang telah dibekukan selama 1 malam (suhu  $-5^{\circ}\text{C}$ ), lemak gajih daging sapi, cuka aren (pH 3,6), cabe merah, cabe rawit, bawang putih, lengkuas, jahe, kunyit, garam, jeruk nipis dan air.

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan dapur seperti wadah *stainless steel*, pisau, *blender*, talenan, kompor gas, belanga tanah dan *belanga stainless steel*, *timer*, *thermometer*. Peralatan gelas kimia seperti erlenmeyer, gelas ukur, pH meter, kadar air, pipet tetes titrametri, oven, dan peralatan uji sensorik seperti mangkuk sampel, gelas dan form uji sensorik

### Rancangan penelitian dan pengolahan data statistik

Penelitian ini dilakukan secara eksploratif untuk mengamati perubahan mutu *sie reuboh* selama penyimpanan pada S1 = suhu ruang berpendingin ( $25-27^{\circ}\text{C}$ ) dan S2 = suhu lemari pendingin ( $5-8^{\circ}\text{C}$ ). Pengamatan dilakukan berulang sebanyak 5 kali pada hari ke-0, 8, 15, 22 dan 29 hari penyimpanan. Pengamatan untuk setiap perlakuan diulang tiga kali untuk nilai pH, nilai TBA, dan mutu sensorik daging yaitu warna (kecerahan), aroma (asam, pedas dan daging), rasa (asam, pedas, asin dan umami) dan tekstur (empuk dan alot) (Hasni *et al.*, 2020). Data selanjutnya ditabulasi, dihitung rerata lalu dipresentasikan bentuk grafik garis.

### Prosedur pengolahan RTE *sie reuboh* (Hasni *et al.*, 2017)

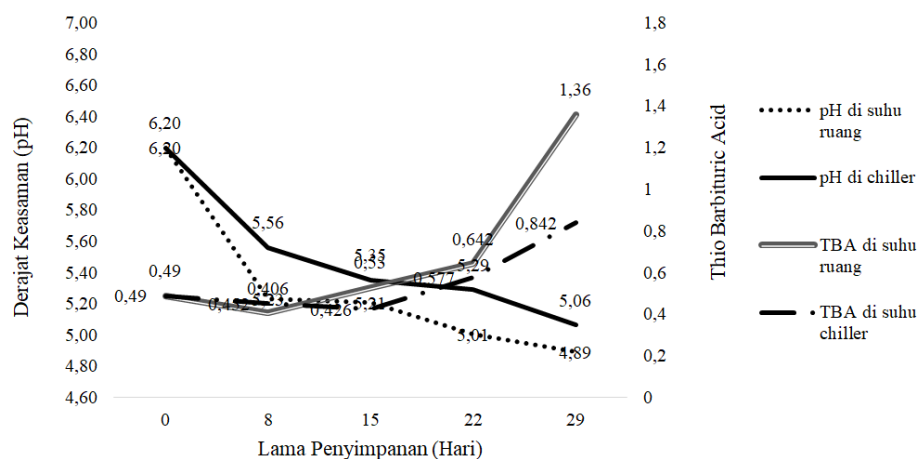
Cuka aren dipasteurisasi pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama 8-10 menit, disaring, didinginkan dan diukur pH cuka aren. Jumlah daging digunakan sebagai dasar perhitungan persentase bahan pada resep *sie reuboh*. Tiga jam sebelum pemasakan, daging beku dan 50% lemak gajih di *thawing* kemudian dipotong-potong dengan berat 35-40 gram per potongan. Selanjutnya, daging dan lemak gajih dimasukkan di belanga tanah dibaluri 2% jeruk nipis, 1% garam (1%), didiamkan selama 15 menit. Bumbu berupa 5% lengkuas, 1% jahe, 1% bawang putih, 5% cabe merah, 1% cabe rawit dan 0,3% kunyit diblender kasar, dicampur dan diaduk bersama 1000 ml air, daging dan lemak di belanga tanah. Campuran daging, lemak dan bumbu dimasak dengan panas sedang selama 60 menit tanpa ditutup, Selanjutnya 5% cuka aren ditambahkan langsung ke dalam belanga tanah dan pemasakan dilanjutkan selama 30 menit. *Sie reuboh* didinginkan hingga mencapai suhu ruang, dikemas dalam kemasan plastik *nylon*, disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin selama 29 hari.

### Analisis mutu produk

Persiapan analisa mutu sensorik *sie reuboh* menggunakan uji deskripsi dengan pola konsumsi *sie reuboh* yang umum dilakukan oleh konsumen. Hal ini merujuk kepada *American Meat Sensory Association* (AMSA) yang menyatakan bahwa evaluasi sensori produk daging harus sesuai dengan perilaku konsumsi sehari-hari. Untuk mengurangi perbedaan diantara perlakuan, *sie reuboh* dipotong kotak dengan ukuran  $1,27 \times 1,27 \times 1,27$  cm dan diaduk rata. Lebih lanjut *sie reuboh* dipanaskan kembali selama 10 menit hingga lemak mencair dan ditempatkan di wadah gelas. Panelis akan menerima 4-5 potongan daging untuk masing-masing sampel yang dicampur dengan bumbu-bumbu. Kualitas sensori *sie reuboh* dianalisis

dengan metode Analisis Kualitatif Deskriptif (QDA) dengan bantuan 8 panelis terlatih. Panelis dipilih berdasarkan pengetahuan dan seringnya mengonsumsi *sie reuboh*. Sebelum pengujian, panelis menerima tiga kali masa percobaan untuk memungkinkan adaptasi terhadap jenis atribut, prosedur dan produk pengujian. QDA meneliti intensitas atribut *sie reuboh*, yaitu warna (kecerahan), aroma asam, rasa asam dan tekstur empuk (Hasni *et al.*, 2020) dengan skala 1-5 (sangat lemah hingga sangat kuat) (Setyaningsih *et al.*, 2010). Di antara pengujian sampel, panelis diberikan penetral yaitu air mineral dan kerupuk tawar. Selama pengujian, panelis diminta untuk menguji warna (kecerahan), aroma, rasa, dan tekstur dari masing-masing sampel secara berurutan tanpa pengulangan. Kemudian skor yang dinilai ditabulasi dan dihitung berdasarkan SNI 01-2346-2006 dengan 95% standar deviasi, sehingga diperoleh skor rata-rata. Perubahan mutu RTE *sie reuboh* secara kimia diamati melalui perubahan pH dan nilai TBA. Pengamatan mutu sensori dan kimia sebanyak lima kali pada penyimpanan 0, 8, 15, 22 dan 29 hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

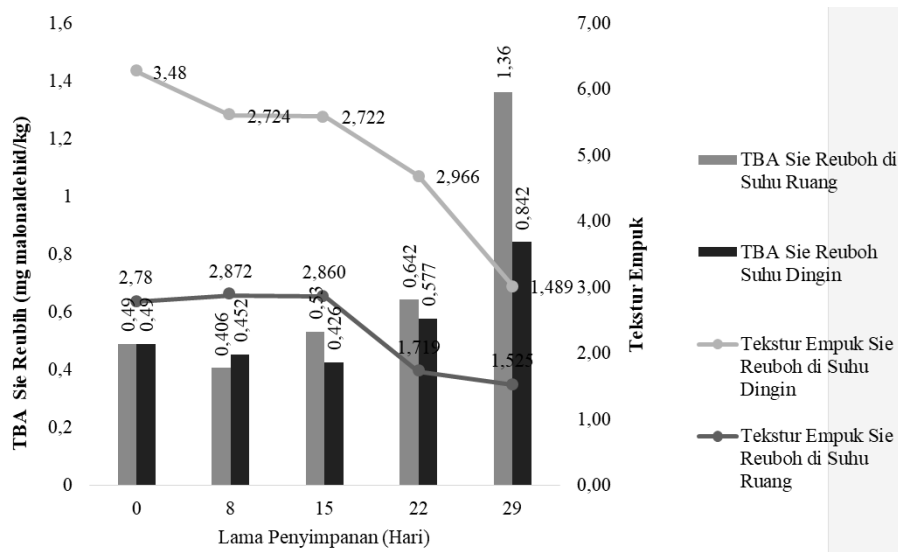


Gambar 1. Rerata nilai TBA dan pH RTE *sie reuboh* selama 29 hari penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan nilai TBA dan pH RTE *sie reuboh* selama 29 hari penyimpanan. Berdasarkan analisis nilai Thio Barbituric Acid (TBA) *sie reuboh* selama 29 hari penyimpanan berkisar antara 0,49 hingga 1,36 mg malonaldehid/kg. Sedangkan nilai pH berkisar antara 4,89 hingga 6,20. Nilai TBA RTE *sie reuboh* cenderung meningkat selama penyimpanan, sedangkan nilai pH cenderung menurun selama penyimpanan. Nilai TBA RTE *sie reuboh* yang disimpan pada suhu ruang (27-30°C) selama 29 hari cenderung lebih tinggi dibandingkan yang disimpan di dalam *chiller* bersuhu 5-8°C. Peningkatan nilai TBA *sie reuboh* diikuti dengan penurunan nilai pH. RTE *sie reuboh* S1 (disimpan di suhu ruang 25-27°C) memiliki TBA adalah 0,64 mg malonaldehid/kg dan pH 5,29. Nilai TBA perlakuan S1 kemudian naik menjadi 1,36 mg malonaldehid/kg pada hari ke-29 dan pH menurun menjadi 5,06. Peningkatan bilangan TBA dan penurunan pH merupakan sebuah indikasi adanya kerusakan pada minyak yang menyebabkan terpecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas (Azizah *et al.* 2016).

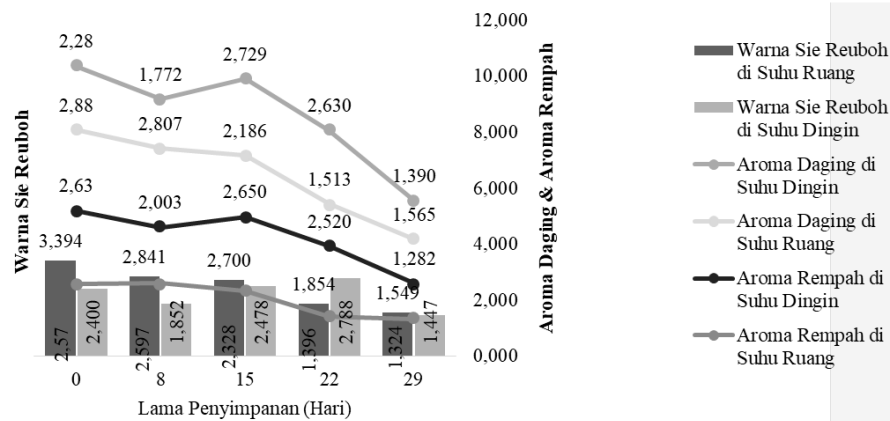
Bilangan TBA dapat meningkat akibat reaksi oksidasi dan degradasi komponen asam lemak selama penyimpanan. Kemasan nylon merupakan kemasan putih transparan sehingga RTE *sie reuboh* yang disimpan suhu ruang diduga teroksidasi karena adanya cahaya. Kondisi

seal kemasan yang tidak rapat juga dapat mengakibatkan adanya kontak antara makanan dengan oksigen, sehingga dapat mempercepat reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi akan membentuk peroksida dan hidroperoksida yang kemudian akan berubah menjadi aldehid, keton dan asam lemak bebas. Minyak atau lemak yang tengik disebabkan adanya kandungan aldehid dan kebanyakan berupa malonaldehid sehingga menyebabkan menurunnya kualitas lemak. Menurut Badan Standarisasi Nasional (1991), TBA memiliki batas maksimum ketengikan, yaitu 3 mg malonaldehid/kg. Berdasarkan batasan ini, kedua suhu penyimpanan belum melewati batas ketengikan produk mengandung lemak sesuai SNI.



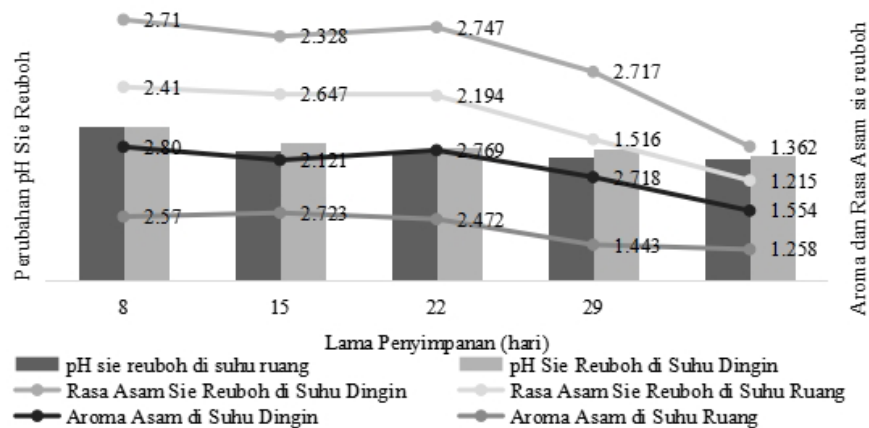
Gambar 2. Rerata nilai TBA dan tekstur empuk daging RTE *sie reuboh* selama 29 hari penyimpanan (skala 1 -5 = sangat lemah hingga sangat kuat)

Pada Gambar 2, nilai TBA dihubungkan dengan penilaian panelis terlatih terhadap tekstur dan keempukan daging RTE *sie reuboh* selama penyimpanan. Proses oksidasi lemak di RTE *sie reuboh* diduga juga mempengaruhi perubahan mutu sensorik daging *sie reuboh*, baik untuk keempukan, warna dan aroma daging. Parameter sensorik ini mengalami penurunan yang cukup signifikan. Di awal penyimpanan, *sie reuboh* diidentifikasi panelis memiliki keempukan yang baik. Keempukan daging dipengaruhi oleh lama pemasakan dan banyaknya air yang ditambahkan selama pemasakan. Penambahan cuka juga mempengaruhi keempukan daging *sie reuboh* (Hasni et al., 2017). Begitu juga dengan warna dan aroma rempah dan aroma daging, seperti terlihat pada Gambar 2. Reaksi oksidasi yang memecah lemak menjadi asam lemak bebas mengakibatkan terlepasnya ikatan asam lemak tersebut dengan senyawa pembawa flavor dan pigmen warna sehingga terjadi penurunan mutu produk yang dapat jelas dilihat secara sensori (Erfiza et al., 2018; Purba, 2014). Kemudian penyimpanan pada suhu dingin cenderung memperlambat proses alterasi ini sehingga penurunan mutu RTE *sie reuboh* yang disimpan pada suhu dingin tidak secepat penyimpanan pada suhu ruang (Nilda et al., 2020).



Gambar 3. Rerata nilai warna, aroma daging, aroma rempah produk *RTE sie reuboh* selama penyimpanan 29 hari (skala 1 -5 = sangat lemah hingga sangat kuat)

Proses pemanasan yang dilakukan sebelum pengujian organoleptik diduga mempengaruhi aroma *sie reuboh* (Hasni et al., 2020). Pemanasan yang berulang juga memicu reaksi oksidasi. Penurunan aroma diduga karena terjadinya proses oksidasi lemak pada daging, sehingga menyebabkan daging *off-flavor* (Jayadi, 2014). Penurunan produk dapat diakibatkan penguraian komponen secara kimia pada masakan sehingga menyebabkan timbulnya bau tengik (Nur, 2009). Jealani *et al.* (2014), menyatakan bahwa masa simpan mempengaruhi aroma dari suatu produk karena proses oksidasi, kontraksi dengan udara menyebabkan penguapan sehingga aroma berkurang dan akan menimbulkan aroma busuk. Sundari et al., (2014) perubahan bau dikarenakan peran enzim dan mikroorganisme, aktivitas bakteri proteolitik yang memecahkan protein menjadi senyawa sederhana seperti polipeptida, asam amino, H<sub>2</sub>S indol dan skatol yang menimbulkan bau busuk, sedangkan bau tengik dari enzim dan oksigen.



Gambar 4. Rerata derajat keasaman, aroma dan rasa asam produk *RTE sie reuboh* selama penyimpanan 29 hari (skala 1 -5 = sangat lemah hingga sangat kuat)

Derajat keasaman *RTE sie reuboh* selama 29 hari penyimpanan berkisar antara 4.89 hingga 6.20. Diawal penyimpanan, pH *RTE sie reuboh* berada di kisaran netral, 6.20 dan cenderung semakin menurun selama penyimpanan. Penurunan yang cukup tajam terjadi pada *RTE sie reuboh* yang disimpan pada suhu ruang, dimana penurunan diamati sudah terjadi sejak hari ke-7, sedangkan *RTE sie reuboh* yang disimpan pada *chiller* penurunan nilai pH cenderung lebih lambat. pH yang semakin menurun selama penyimpanan diduga disebabkan pertumbuhan bakteri asam laktat. Penggunaan kemasan memberikan kondisi anaerob pada *sie reuboh*. Bakteri asam laktat dapat tumbuh pada produk yang diberi kemasan karena bakteri asam laktat dapat hidup pada kondisi anaerob. Bakteri asam laktat dihasilkan dari proses glikolisis. Pada suhu ruang dapat mempercepat proses glikolisis sehingga semakin banyak bakteri asam laktat yang dihasilkan. Jumlah asam laktat yang tumbuh pada dapat berpengaruh pada menurunnya pH *sie reuboh* (Komariah, 2004).

Penurunan pH ini juga terlihat pada penilaian rasa dan aroma asam *RTE sie reuboh*. Panelis mengidentifikasi aroma dan rasa asam cenderung menurun. Rasa dan aroma asam *RTE sie reuboh* dideskripsikan sebagai aroma asam yang segar yang disenangi, tidak seperti aroma asam fermentasi. Panelis mengidentifikasi aroma dan rasa asam *sie reuboh* cenderung menurun selama penyimpanan. Penurunan rasa ini diduga akibat dari oksidasi lemak (Purba, 2009). Selain itu faktor perekatan kemasan nylon yang tidak rapat memungkinkan banyaknya oksigen dalam kemasan akan menyebabkan terjadinya pertukaran gas dan uap air melalui pori-pori kemasan yang cukup besar, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan mikroorganisme. Akibatnya komponen gizi di dalam produk mengalami perombakan dan terjadi alterasi produk (Nilda et al., 2020).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari kajian ini adalah kemasan nylon belum mampu mempertahankan mutu *RTE sie reuboh* yang dihasilkan. Terdapat penurunan mutu yang cukup signifikan terhadap sifat sensorik dan kimia *RTE sie reuboh* yang disimpan pada suhu ruang. Namun penyimpanan pada suhu dingin mampu memperlambat penurunan mutu produk *sie reuboh* yang telah dikemas. Perlu dilakukan kajian yang lebih dalam mengenai pengaruh metode pengemasan terhadap mutu *RTE sie reuboh*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Syiah Kuala yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah PNBPN Lektor melalui program Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat USK Tahun 2018.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erfiza, N. M., Hasni, D., & Syahrina, U. 2018. Evaluasi nilai gizi masakan daging khas Aceh (Sie Reuboh) berdasarkan variasi penambahan lemak sapi dan cuka aren. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(1), 28-35.
- Faiz, M. 2017. Kajian Penerimaan Konsumen dan Mutu Sensorik Masakan Daging Khas Aceh (Sie Reuboh). *Skripsi*. Universitas Syiah Kuala, Aceh
- Fitri, C. A. 2002. Sifat Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Daging “*Sie Reuboh*” yang disimpan secara Vakum. *Thesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Hasni, D., N.M. Erfiza, M. Faiz dan U. Syahrina. 2017. Mapping Consumer Preference and Physical Quality of Sie Reuboh (Cooked Meat)- a Traditional Cuisine of Aceh. *Proceeding 2nd International Conference Science and Technology (2nd ICST) University of Mataram*, Lombok.
- Hasni, D., Erfiza, N. M., Nilda, C., & Faiz, M. 2019. Sensory and physical quality assessment of Sie reuboh (Cooked Meat-an Acehnese traditional cuisine). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 523, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.
- Hasni, D., Nilda, C., Annabila, D. I., & Asna, Y. Y. 2020. A comparative study of sensory quality of sie reuboh (an Acehnese cooked meat) based on its cooking ware. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 425, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Jaelani, A., S. Dharmawati dan Wanda. 2014. Berbagai Lama Penyimpanan Daging Ayam Boiler Segar Dalam Kemasan Plastik Pada Lemari Es (Suhu 4°C) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik. *Jurnal Zira'ah*, 39(3): 119-128
- Jayadi, A., Badaruddin dan Andi. 2016. Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap Mutu Abon Ikan Terbang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1):62-69.
- Karina, S.M. dan Amrihati, E.T. 2017. *Pengembangan Kuliner*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta
- Masyitah, M., Arief, I. I., & Suryati, T. 2017. Characteristics of Sie Reuboh Supplemented with Different Combinations of Palm Vinegar (*Arenga pinnata*) and Kaffir Lime Leaves (*Citrus hystrix*). *Media Peternakan*, 40(3), 202-209.
- Nilda, C., Hasni, D., Yusriana, Y., & Erfiza, N. M. 2020. Analisis mutu sie reuboh dalam kemasan (ready to eat) selama 7 hari penyimpanan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 12(2), 57-62.
- Nur, M. 2009. Pengaruh Cara Pengemasan, Jenis Bahan Pengemas dan Penyimpanan Terhadap Sifat Kimia Mikrobiologi dan Organoleptik Sate Bandeng (*Chanos Chanos*). *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Suhairi, L. 2007. Pemanasan Berulang Terhadap Kandungan Gizi “*Sie reuboh*” Makanan Tradisional Aceh. *Skripsi*. IPB, Bogor.
- Sundari, D., Almasyhuri dan A. Lamid. 2015. Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Jurnal Media Litbangkes*,

## **SYSTEMATIC LITERATUR REVIEW: TEKNOLOGI MENGATASI PERMASALAHAN BUDIDAYA CABAI PADA LAHAN YANG TERCEKAM KEKERINGAN**

**Tri Budiyan<sup>1,2\*</sup>, Irfan Suliansyah<sup>2</sup>, Dini Hervani<sup>2</sup>, Rinda Kirana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan BRIN Cibinong Science Center, J  
l. Raya Jakarta-Bogor, Cibinong, Bogor

<sup>2</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Alamat Institusi, Kode Pos 25163

\*Email: [trib006@brin.go.id](mailto:trib006@brin.go.id)

### **ABSTRAK**

Cabai merupakan komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi, bermanfaat untuk kesehatan. Perluasan tanam di lahan kering dan produksi cabai di musim kemarau dapat menjadi solusi untuk menjaga stabilitas produksi cabai. Tujuan studi ini untuk mengetahui kemajuan teknologi budidaya cabai pada kondisi cekaman kekeringan menggunakan sistematik literatur review (SLR). Analisis bibliometric dengan reference manager, Publish or Perish dan aplikasi Vosviewer. Sumber data publikasi berasal dari Google Scholar, kata kunci yang digunakan untuk pencarian “capsicum drought stress” tahun 2017-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah artikel pada tahun 2017-2021 tetapi menurun pada tahun 2022. Sintesis terhadap abstrak dan isi artikel menghasilkan 4 kelompok topik riset yang dapat dipergunakan untuk mendukung pengembangan cabai di lahan yang tercekam kekeringan. Kelompok riset regulasi gen, protein dan informasi molekuler respon tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan, riset tentang perlakuan pemberian pupuk dan agen hayati, riset tentang pengaruh cekaman kekeringan terhadap morfologi, fisiologi, metabolit tanaman dan riset tentang skrining genetik dan pemuliaan konvensional. Penelitian tentang varietas unggul baru, baik dari skrining sumber daya genetik lokal atau populasi pemuliaan telah memperoleh beberapa genotipe tahan namun belum dikembangkan.

**Kata kunci:** cabai; cekaman kekeringan; sistematik literatur review.

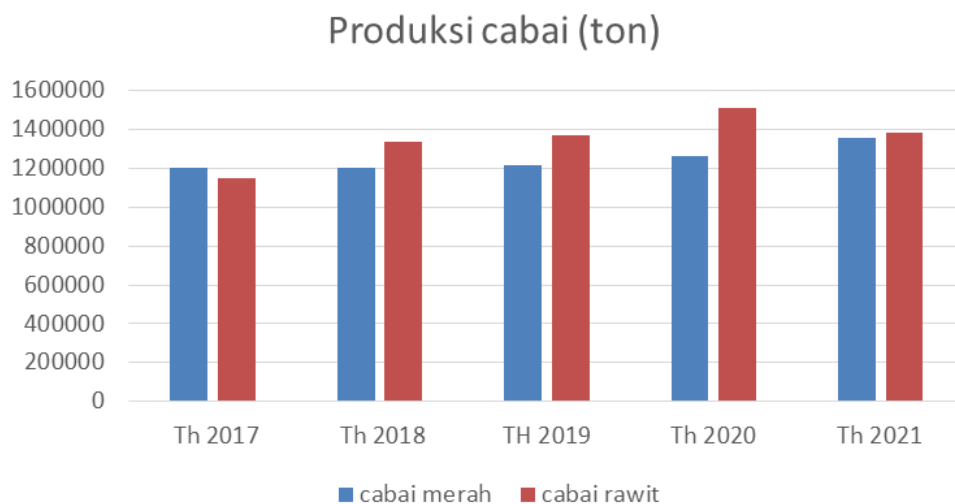
### **ABSTRACT**

*Chili is a horticultural commodity with high economic value, beneficial for health. Expansion of planting on dry land and chili production in the dry season can be a solution to maintain the stability of chili production. The purpose of this study is to determine the technological progress of chili cultivation under drought stress. Various methods have been carried out to overcome the problem of drought stress in chili cultivation. This study was conducted using a systematic literature review (SLR) using bibliometric analysis with the Publish or Perish reference manager and the Vosviewer application. The publication data source comes from Google Scholar and the keywords used for the search are ‘capsicum drought stress’ in 2017-2023. The results showed that there was an increase in the number of articles in 2017-2021 but decreased in 2022. The synthesis of the article, produces 4 groups of research topics that can be used to support chili cultivation in drought-stressed. The research groups are research about the regulation of genes, proteins and molecular information on the response of chili plants to drought stress, research on the treatment of fertilizers and biological agents, research on the effect of drought stress on morphology, physiology, plant metabolites and research on genetic screening and conventional breeding. Research on new superior varieties, whether from screening local genetic resources or breeding populations, has obtained several resistant genotypes but have not yet been developed*

**Keywords:** chili; drought stress; systematic literature review.

## PENDAHULUAN

*Capsicum annum* merupakan komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi, bermanfaat untuk kesehatan. Genus *Capsicum* terdiri dari 30 species yang terbagi menjadi beberapa spesies liar dan spesies yang biasa dibudidayakan yaitu *Capsicum annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* dan *C. Pubescens* (Momo *et al.*, 2022); (Kumar *et al.*, 2017). Jenis cabai di Indonesia yang populer dan banyak dibudidayakan yaitu cabai keriting (*Capsicum annum*) dan cabai rawit *C. frutescens*. Luas panen cabai di Indonesia dari tahun 2017 sampai 2020 mengalami fluktuasi yaitu tertinggi di tahun 2017 seluas 142.547 ha sedangkan pada tahun 2020 luas panen cabai merah mencapai 133.729 hektar (BPS, 2022). Produksi cabai selama 5 tahun terakhir cenderung meningkat yaitu produksi cabai merah di tahun 2020 mencapai 1.264.193 sedangkan produksi cabai rawit mencapai 1.508.403 ton (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Produksi cabai di Indonesia tahun 2017 sampai 2021

Sumber : (BPS, 2022)

Cabai merah atau cabai keriting termasuk dalam kelompok *volatile food* sehingga menjadi salah satu komponen pembentuk inflasi yang seringkali berkontribusi besar nilainya dibandingkan dengan komponen harga yang diatur oleh pemerintah (Badan Pusat Statistik, 2020). Kenaikan harga cabai secara parsial per komoditas, berkontribusi terhadap inflasi bulanan untuk komoditas sayuran. Harga cabai akan meningkat tajam pada hari raya atau cuaca yang tidak mendukung tetapi saat stok meningkat maka harga akan jatuh. Fluktuasi harga terjadi hampir setiap tahun dan membuat masyarakat resah. Upaya pemerintah dalam mengatasi gejolak harga cabai dengan melakukan peningkatan luas tanam, produksi cabai diluar musim, pengaturan luas tanam, stabilisasi harga cabai dan pengembangan kelembagaan kemitraan.

Air menjadi pembatas dalam budidaya tanaman di musim kemarau atau di lahan kering. UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) menyatakan bahwa kelangkaan air dianggap sebagai tantangan besar di seluruh dunia dan diperkirakan mempengaruhi sepertiga dari populasi global (UNESCO, 2009). Kekurangan

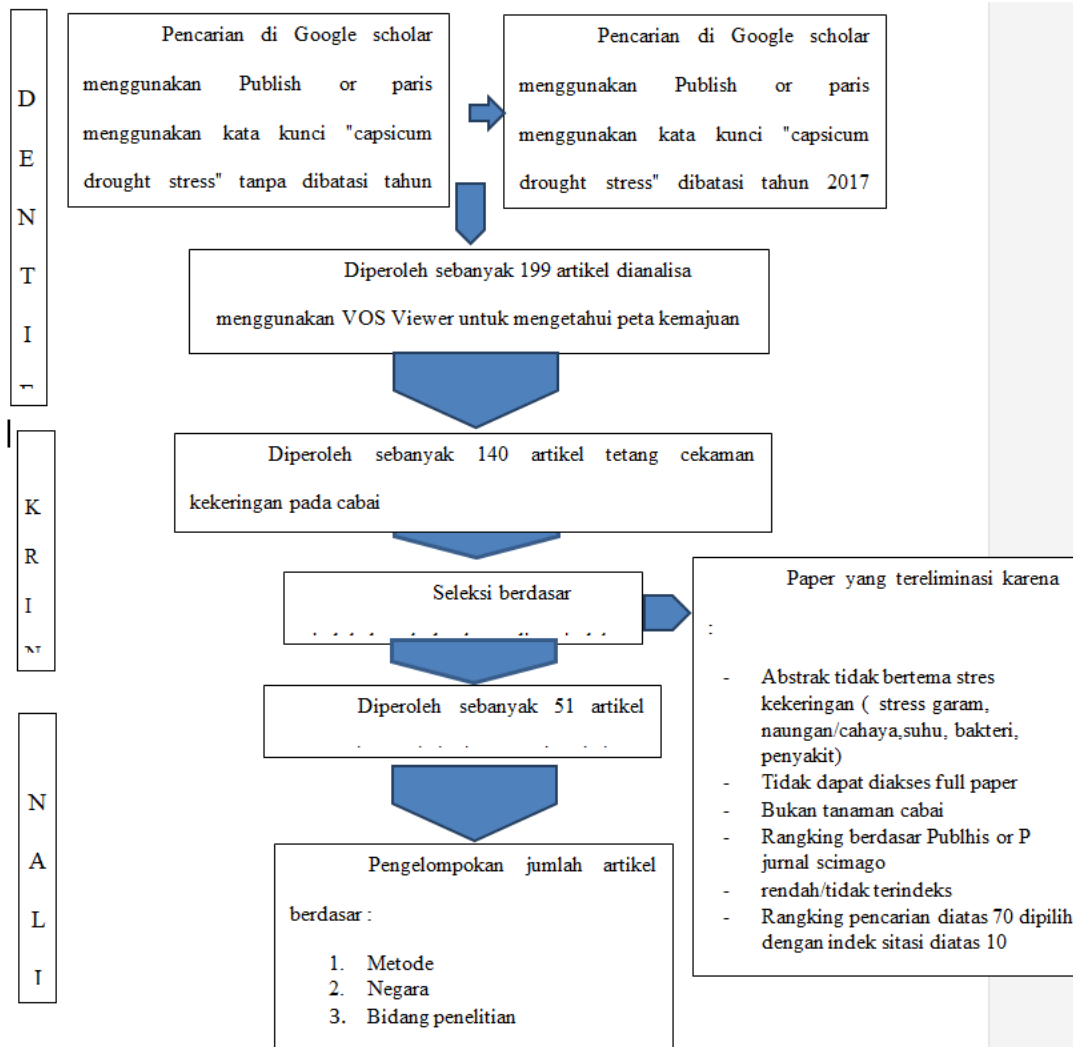
air telah menjadi isu global, mengancam ekonomi global, pertanian lokal, dan lingkungan karena perubahan iklim, menyebabkan kejadian yang lebih ekstrim, termasuk kekeringan dan banjir (Paula dan Gutiérrez, 2014). Salah satu opsi yang dimiliki petani di seluruh dunia, saat menghadapi ketersediaan air dan optimalisasi pemanfaatan lahan kering yaitu dengan pendekatan inovasi teknologi budidaya dan pemilihan jenis tanaman cabai yang adaptif atau toleran pada cekaman kekeringan. Potensi lahan kering di Indonesia sangat luas sekitar 60,7 juta hektar atau 88,6% dari luas lahan sawah yang hanya 7,8 juta hektar atau 11,4% dari luas lahan (Ritung et al., 2015). Teknologi untuk mendukung budidaya cabai pada lahan yang tercekam kekeringan atau di lahan kering sangat diperlukan agar produktivitas lahan meningkat. Perluasan tanam di lahan kering dan produksi cabai di musim kemarau dapat menjadi solusi untuk menjaga stabilitas produksi cabai.

Tanaman cabai sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan mulai umur muda sampai berproduksi. Pertumbuhan vegetatif tanaman cabai sangat dipengaruhi oleh pemberian air. Cekaman kekurangan air berakibat berkurangnya luas daun, berat segar tetapi tidak berpengaruh terhadap pematangan buah. (González-Dugo, Orgaz, and Fereres 2007). Stres air selama 7 hari tanpa pemberian air sangat menghambat pertumbuhan tanaman cabai dan setelah diberi air kembali dapat tumbuh tetapi tidak normal. Berbagai pendekatan dapat dilakukan untuk mengatasi masalah cekaman kekeringan pada budidaya cabai. Pendekatan melalui pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan konvensional dan bioteknologi. Selain itu pendekatan manajemen pengairan, pemupukan dan lingkungan perlu dilakukan disertai informasi tentang dampak kekeringan pada morfologi dan fisiologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemajuan penelitian tentang teknologi mengatasi cekaman kekeringan dan toleransi tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan cara mengumpulkan publikasi hasil penelitian, review, bagian dari buku dan buku tentang cekaman kekeringan pada tanaman cabai. Artikel dipilih menggunakan sumber Google scholar menggunakan kata kunci dalam pencarian adalah '*capsicum drought stress*', '*capsicum drought tolerance*' dengan dibatasi tahun terbit 2017 sampai 2023. Pencarian tersebut menggunakan Software Publish or Perish. Pada tahap awal pencarian dibatasi sebanyak 1000 artikel tetapi isi dari penelitian sangat beragam dan ada yang tidak berhubungan dengan topik yang dituju. Selanjutnya dilakukan pencarian ulang dengan jumlah artikel dalam pencarian dibatasi sebanyak 200 artikel.

Untuk mengetahui informasi kemajuan penelitian tentang kata kunci '*capsicum drought stress*' dilakukan Analisa menggunakan VOSviewer. Berdasarkan judul dan abstrak dilakukan seleksi artikel yang terkait dengan penelitian tentang toleransi cabai terhadap kekeringan. Hasil seleksi dari artikel tersebut dikelompokkan berdasarkan pendekatan genetik, fisiologi, perlakuan hormon, management pengairan dan pemberian pupuk/amelioran.



Gambar 2. Diagram untuk mencari dan mengumpulkan artikel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

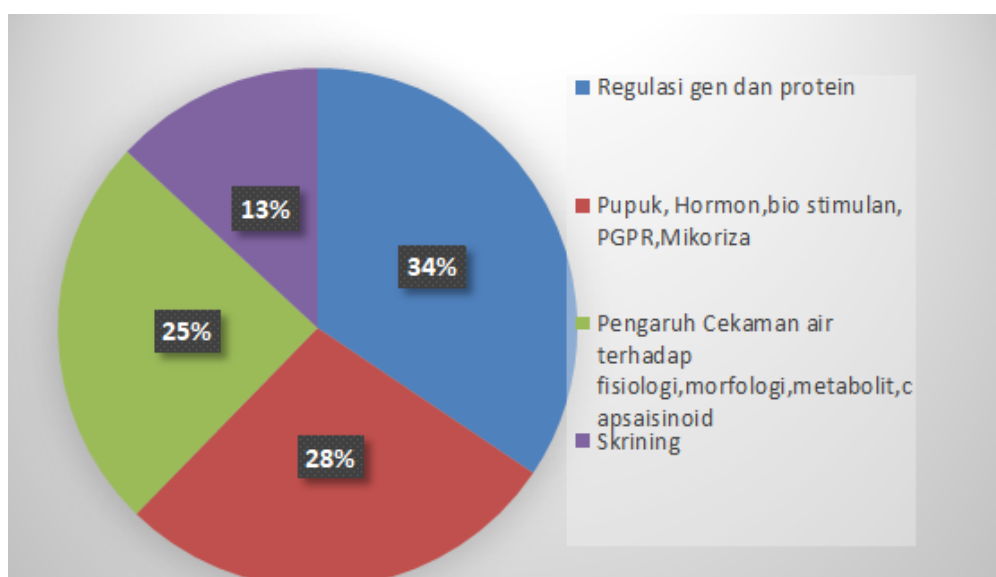
Kemajuan penelitian tentang cekaman kekeringan pada tanaman cabai dapat dilihat dari jumlah makalah yang diterbitkan setiap tahun dari 2017–2023. Data tersebut menunjukkan penelitian tentang cekaman kekeringan pada tanaman cabai sangat populer pada tahun 2020 dan 2021, tetapi mulai berkurang pada tahun 2022. Cekaman kekeringan yang disebabkan keterbatasan sumber daya air membuat peneliti tertantang untuk melakukan riset dari berbagai pendekatan.

Apabila dilihat dari penerbit dari seluruh makalah, terlihat didominasi oleh Elsevier, Springer, MDP dan Frontiers yang merupakan publisher dengan indek scopus cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut lebih dari 50% artikel tersebut berkualitas baik yaitu sebanyak 30 artikel. Artikel terkait cekaman kekeringan pada tanaman cabai berasal dari 24 negara yang didominasi oleh China, Korea Selatan, India, Indonesia dan Afrika Selatan.

Pengelompokkan menggunakan 19 item kata kunci terbagi menjadi 5 klaster dengan klaster pertama ditandai dengan warna merah, terdiri dari 6 item yaitu *characterization, drought stress tolerance, gene, heat, pepper dan salt*. Klaster kedua ditandai dengan warna hijau, terdiri dari 5 item yaitu *Capsicum spp, chili pepper, drought stress, effect, sweet pepper*. Klaster ketiga ditandai dengan warna biru terdiri dari 4 item yaitu *bell pepper, pepper plant, plant growth, dan water stress*. Klaster keempat ditandai dengan warna kuning, terdiri dari 2 item yaitu *ABA, drought stress respon*. Klaster kelima ditandai dengan warna ungu terdiri dari dua item yaitu *chili dan drought tolerance*.

Berdasarkan hasil density visualization dapat diketahui secara umum bahwa *drought stress tolerance* merupakan istilah yang belum banyak dipublikasi berbeda dengan istilah *pepper* dan *drought stress*. Hal ini menunjukkan peluang untuk melakukan penelitian tentang toleransi kekeringan pada tanaman cabai masih perlu dilakukan.

Berdasarkan 51 artikel yang terpilih apabila dilihat dari topik riset dan pendekatan untuk mengatasi masalah cekam kekeringan pada tanaman cabai, maka dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu penelitian tentang: 1). genom, regulasi gen, protein dan informasi molekuler terkait respon tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan sebanyak 34%, 2). Riset tentang perlakuan pemberian pupuk dan agen hayati ( pupuk kimia, pupuk organik, hormon, bio stimulan, mikoriza dan bakteri sebanyak 28%, 3). Penelitian tentang pengaruh cekaman kekeringan terhadap morfologi, fisiologi, metabolit sebanyak 25 %, dan 4). Penelitian tentang skrining genetik dan pemuliaan konvensional sebanyak 13% (Gambar 1). Pengelompokan judul artikel tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Diagram pengelompokan berdasarkan topik yang mendukung penelitian cekaman kekeringan pada tanaman cabai.

Tabel 1. Pengelompokan artikel berdasarkan topik yang mendukung penelitian cekaman kekeringan pada tanaman cabai

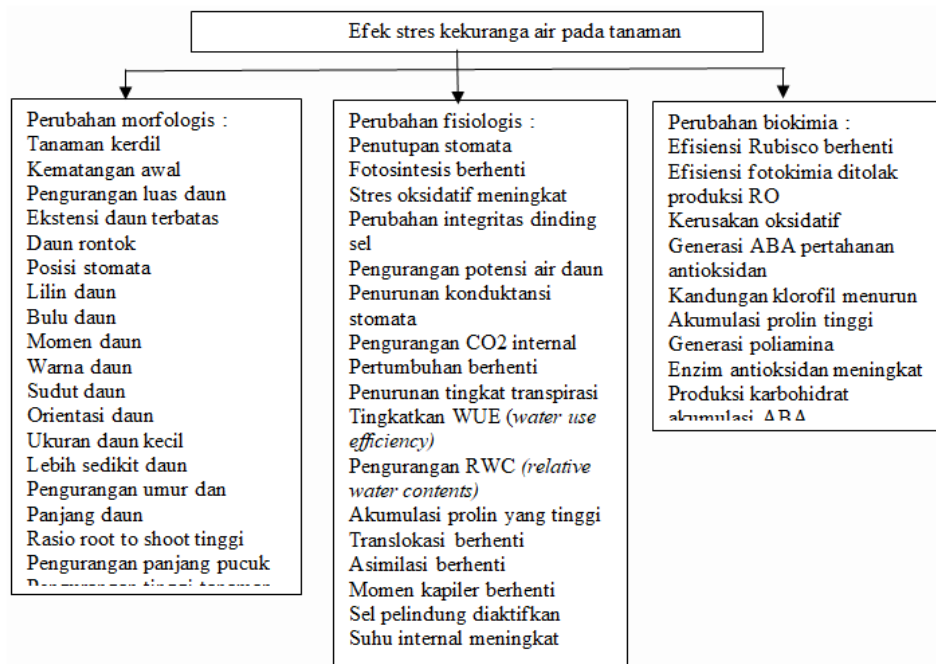
No	Topik	Artikel
1	Regulasi gen, protein, analisis genom	(Kang et al., 2020); (Feng et al., 2019); (Jaswanthi, N., Khrishna M.S.R., 2019);(Rathnayaka et al., 2021); (Meng et al., 2021); (M. Kim et al., 2021); (C. W. Lim et al., 2020); (Chhapekar et al., 2018); (J. Lim et al., 2019); (Wang & Zhang, 2022); (Lim, W C., Bae Y, 2022); (Liu et al., 2021); (Khan et al., 2018); (Naves et al., 2019); (Ma et al., 2021); (Joo et al., 2017); (Qin et al., 2018); (Xiao et al., 2021); (Diao et al., 2018);
2	Pupuk, hormon, bio stimulan, PGPR, Mikoriza dan mikroorganisme lain	(Kazerooni et al., 2021)we investigated whether PGPR ( <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ;(Ichwan et al., 2021); (Kaya & Doganlar, 2019); (Gammoudi et al., 2021); (Khazaei & Estaji, 2020); (Sahitya et al., 2018); (Okunlola et al., 2023); (Krishna, 2018); (Yildizli et al., 2018); (Khazaei et al., 2020); (Ojuederie et al., 2019)leading to food insecurity. Drought causes oxidative stress on plants, arising from excessive production of reactive oxygen species (ROS); (T. S. Kim et al., 2022);
3	Pengaruh cekaman kekeringan terhadap fisiologi, morfologi, metabolit	(Fiasconaro et al., 2019); (Jeeatid et al., 2018); (Okunlola, O.A., et al., 2017); (Rathnayaka et al., 2021); (Rodríguez-Calzada et al., 2019); (Zamljen et al., 2020a); (Sahitya et al., 2019); (Malika et al., 2019); (Zamljen et al., 2022); (goto K., Yabuta S., Ssenyonga P., 2021); (Gao S., Wang Y., Yu S., Huang Y., Liu H., 2020)
4	Seleksi, skrining genotipe dan pemuliaan konvensional	(Kopta et al., 2020)the production of vegetable crops is limited by a deepening water crisis. Drought stress affects productivity and the chemical composition of crops. The variability of drought tolerance between species and cultivars of economically important crops, such as pepper ( <i>Capsicum</i> species; (Rosmaina et al., 2018); (Lestari, 2006); (Molla et al., 2021)

#### Respon cekaman kekeringan pada tanaman cabai

Cekaman kekeringan pada tanaman menyebabkan terjadinya perubahan proses fisiologi yang diikuti dengan ekspresi morfologi tanaman. Proses fisiologi yang berubah antara lain terjadi penurunan tekanan turgor, kerusakan membran sel dan protein, peningkatan hormon ABA dan difusi CO<sub>2</sub> dan fotosintesis terhambat. Perubahan morfologi tanaman yang terlihat yaitu penggugulan daun, tanaman menjadi layu, kerdil, pertumbuhan dan hasil terhambat (Jamil, 2016). Perubahan sifat biokimia, fisiologis, morfologis tanaman yang terganggu kondisi cekaman kekeringan dapat dilihat pada Gambar. 4 (Seleiman et al., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian (Okunlola, Olatunji, et al., 2017), cekaman kekeringan dengan pemberian air 30-45% menyebabkan penurunan kadar air relatif daun, penutupan stomata, menghambat laju pertumbuhan relatif, menurunkan karotenoid, klorofil “a”, “b” dan kandungan klorofil total tanaman. Tanggapan terhadap cekaman kekeringan dalam satu spesies dapat bervariasi berdasarkan tahap perkembangan tanaman, tingkat keparahan kekeringan, dan escape atau mekanisme toleransi yang digunakan. Pada *C. chinense* dengan

perlakuan kekeringan sedang dan berat memiliki fenol yang lebih tinggi pada tahap vegetatif. Temuan saat ini mengungkapkkan bahwa *Capsicum chinense* lebih toleran terhadap stres kekeringan daripada *Capsicum annum* dan *Capsicum frutescense*. Tiga spesies *Capsicum* tersebut cenderung lebih rentan terhadap dampak kekeringan di tahap vegetatif daripada fase berbuah atau berbunga. Oleh karena itu kecukupan air sangat diperlukan pada fase vegetative tanaman.



Gambar 4. Perubahan sifat biokimia, fisiologis, morfologis tanaman pada kondisi cekaman kekeringan.

Sumber : (Seleiman et al., 2021)

Stres kekeringan pada fase kecambah dapat membatasi perkecambahan yaitu menghambat kemunculan dan pertumbuhan kecambah benih. Simulasi cekaman kekeringan dengan stress osmotik pada benih plasmanutfah cabai di Meksiko Selatan telah dilakukan menggunakan PEG. Perlakuan PEG 20% menghambat perkecambahan benih cabai (Bernau et al., 2020). Selain itu dapat diketahui bahwa varietas cabai lokal dapat beradaptasi lebih baik meskipun diberi cekaman.

Pengairan juga berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas cabai jenis *C. annum* 'Chili-AS Rot' dan *C. annum* 'Chili-AS Rot'. Pemberian air sesuai kapasitas lapang pada *C. annum* 'Chili-AS Rot' terlihat lebih tinggi konsentrasi sukrosa, glukosa, fruktosa, sitrat, askorbat, kuinat, kandungan shikimat, asam fumarat dan fenolik total. Pada tanaman yang mengalami cekaman air terlihat kadar asam malat, capsaicin dan dihydrocapsaicin lebih tinggi. Buah dari *C. chinense* 'Naga Morich' memiliki konsentrasi gula yang lebih tinggi, sitrat asam, asam askorbat, kandungan fenolik total, capsaicin dan dihydrocapsaicin pada irigasi yang optimal. Konsentrasi malat, Asam kuinat, shikimat, fumarat dan oksalat lebih rendah pada pemberian air yang rendah. Selanjutnya, pengurangan air meningkatkan kepedasan pada *C. annum* 'Chili-AS Rot', sedangkan kepedasan pada *C. chinense* 'Naga Morich'

menurun. Stres air yang tepat dapat meningkatkan hasil capsaicinoid di beberapa varietas tertentu (Zamljen et al., 2020b); (Zamljen et al., 2020a);(Zamljen et al., 2021); (Widuri et al., 2020).

### **Kemajuan penelitian tentang regulasi gen toleransi cekaman kekeringan**

Kondisi lingkungan kekeringan yang ekstrim sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mengakibatkan penurunan hasil panen hasil dan kualitas. Tanaman akan berusaha menyesuaikan diri dengan kondisi yang tidak menguntungkan untuk bertahan hidup antara lain dengan mengubah fungsi fisiologis sehingga menjadi tidak normal. Respon ini membutuhkan pensinyalan yang tepat, sehingga perlu identifikasi gen yang terlibat dalam toleransi stres kekeringan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi proteomik dan genomik yang berhubungan dengan ekspresi dan toleransi tanaman terhadap stres kekeringan. Berikut ini adalah beberapa penelitian yang berhubungan dengan gen toleransi kekeringan pada tanaman cabai. Protein kejutan panas kecil (Hsp20s) memainkan peran penting dalam membantu tanaman menghindari dampak negatif stres kekeringan pada tanaman. Hasil penelitian di China menunjukkan bahwa gen CaHsp25.9 memberikan toleransi panas, garam, dan cekaman kekeringan untuk tanaman dengan mengurangi akumulasi oksigen reaktif, meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan mengatur ekspresi gen yang berhubungan dengan stres (Feng et al., 2019). Meng et al., 2021 melakukan isolasi gen DHN (CaDHN3) dari cabai dan melihat ekspresi ektopik dari CaDHN3 pada tanaman Arabidopsis. CaDHN3 terlihat dapat meningkatkan ketahanan terhadap cekaman garam dan kekeringan melalui peningkatan panjang akar bibit, tingkat perkecambahan dan perlindungan membran sel, menurunkan toleransi stres garam dan kekeringan dengan berkurang ROS dan melalui penurunan ekspresi gen terkait stres dan aktivitas enzim antioksidan.

Hasil penelitian lain menunjukkan mitogen activated protein kinase kinases (MAPKKKS atau MEKKs) adalah komponen penting pensinyalan MAPK, yang memainkan peran sentral dalam jalur transduksi pensinyalan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan respons tanaman terhadap tekanan abiotik seperti kekeringan. Isolasi CaAIMK1 (*Capsicum annuum* ABA Induced MAP Kinase 1) pada tanaman cabai yang diberi cekaman kekeringan (ABA), menunjukkan gen tersebut memainkan peran positif dalam ketahanan kekeringan melalui jalur yang berhubungan dengan ABA (C. W. Lim et al., 2020); (M. Kim et al., 2021).

(Xiao et al., 2021) memeriksa regulasi transkripsi gen CaFtsH06 pada galur cabai (*Capsicum annuum* L.), dan ternyata qRT PCR mengungkapkan bahwa ekspresi CaFtsH06 secara cepat diinduksi oleh perlakuan cekaman abiotik, termasuk panas, garam, dan kekeringan. Gen CaFtsH06 memberikan toleransi cekaman abiotik pada cabai dengan mempengaruhi indeks fisiologis melalui pengurangan akumulasi spesies oksigen reaktif, menginduksi aktivitas enzim terkait stres dan mengatur transkripsi gen terkait pertahanan.

Perubahan ekspresi gen aquaporin merupakan respons tanaman terhadap kekeringan. Peran aquaporin pada cabai (*Capsicum annuum*) telah diteliti, melalui ekspresi 12 aquaporin yang diinduksi stres kekeringan. Gen tersebut mempengaruhi laju fotosintesis, konduktansi stomata, dan kadar air relatif, dan konsentrasi CO<sub>2</sub> stomata (Sahitya et al., 2019). Mendukung hasil penelitian tersebut (Rathnayaka et al., 2021) including those for pungency, in chili pepper fruit change depending on environmental factors. Our previous study revealed that the amount of capsaicinoid was significantly increased in chili pepper fruits that were cultivated under a

drought stress condition. Therefore, the present experiment was conducted to determine the effect of drought stress on pungency and the expression levels of capsaicinoid biosynthesis genes in chili peppers. Japanese chili pepper cultivars 'Shishito' and 'Sapporo' were selected and cultivated in a greenhouse under a drought stress condition or an excess water supply condition. The fruits were used for morphological analysis, and the quantification of the capsaicinoid content in the placental septum was done using high performance liquid chromatography. Gene expression analysis was carried out using a quantitative reverse transcription polymerase chain reaction for 18 capsaicinoid biosynthesis genes. Based on the obtained gene expression patterns, we divided the 18 genes into three groups. The genes in group 1 (ACL, pAMT, Pun1, WRKY9, CaKR1, CaMYB31, FAT, and KAS I) membagi pola ekspresi gen toleran kekeringan yang mempengaruhi kepedasan menjadi tiga kelompok. Gen pada kelompok 1 (ACL, pAMT, Pun1, WRKY9, CaKR1, CaMYB31, FAT, dan KAS I) menunjukkan gen yang lebih tinggi tingkat ekspresi dalam kondisi cekaman kekeringan dibandingkan kondisi pasokan air berlebih pada dua kultivar. Gen pada kelompok 2 (KAS III, BCKDH, ACS, BCAT, dan 4CL) menunjukkan ekspresi gen yang lebih tinggi tingkat dalam kondisi cekaman kekeringan daripada kondisi pasokan air berlebih hanya di salah satu kultivar. Gen pada kelompok 3 (PAL, C3H, HCT, C4H, dan COMT) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada ekspresi gen antara kedua perlakuan. Selain itu, diketahui juga jumlah biji cenderung lebih rendah pada buah yang dibudidayakan di musim kemarau, sedangkan kandungan capsaicinoid lebih tinggi. Ada kemungkinan bahwa stres kekeringan pertama kali mempengaruhi jumlah biji pada buah dan penurunan jumlah biji selanjutnya menyebabkan perubahan pada biosintesis capsaicinoid.

Hasil riset lain tentang toleransi kekeringan menunjukkan tanaman cabai yang diradiasi UV-B dan dicekam kekeringan mengalami peningkatan asam klorogenat dan kadar apigenin 8-C-hexoside dalam daun disertai juga peningkatan nergistik luteolin 6-C-pentoside-8-C-hexoside. Ekspresi gen fenilalanin amonia liase (PAL) dan chalcone synthase (CHS) juga meningkat. Ekspresi gen terkait dengan respons oksidatif, seperti mitochondrial Mn-superoxide dismutase (Mn-SOD) dan peroksidase (POD) tidak diinduksi oleh UV-B. Stres kekeringan pada tanaman yang diradiasi dengan UV-B menginduksi ekspresi gen Mn-SOD mitokondria (Rodríguez-Calzada et al., 2019) it has been recognized that abiotic stresses such as drought and UV-B radiation (280–315 nm).

### **Teknologi ramah lingkungan untuk meningkatkan toleransi cekaman kekeringan pada cabai**

Managemen air untuk budidaya cabai dapat dilakukan dengan efisiensi penggunaan air yang tepat. Penghematan air dengan pengurangan air sekitar 20% dari kapasitas lapang dapat mempertahankan hasil tanaman cabai, tetapi pengurangan pemberian air diatas 40% menyebabkan penurunan hasil panen 70% (Mardaninejad et al., 2017). Cabai dapat pulih dari cekaman kekeringan selama 4 hari, namun tanaman ini tidak dapat pulih setelah mengalami cekaman kekeringan selama 8 hari (Widuri et al., 2017). Oleh karena itu penghematan air dapat dilakukan dengan menyiram tanaman kurang dari 4 hari sekali.

Teknologi budidaya untuk mengatasi stres kekeringan pada tanaman cabai dapat juga dilakukan dengan pemberian pupuk, mioinositol, mikoriza dan juga mikroorganisme lainnya. Stres kekeringan pada bibit cabai menyebabkan peningkatan aktivitas superoxide dismutase (SOD), enzim catalase (CAT), peroksidase (POD), karotenoid terlarut dan karbohidrat serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan. Hal ini dapat merangsang toleransi terhadap

cekaman kekeringan pada cabai. Oleh karena itu penggunaan pupuk AsA (Ascorbid acid) pada tanaman cabai manis terlihat dapat meningkatkan toleransi terhadap kekeringan karena berkontribusi pada peningkatan sifat antioksidan (Khazaei & Estaji, 2020). Selain itu (Khazaei et al., 2020) memberi perlakuan AsA pada tanaman cabai dengan beberapa tingkat cekaman kekeringan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dampak negatif dari peningkatan reactive oxygen species (ROS) akibat cekaman kekeringan dapat menurun dengan perlakuan pemberian AsA.

Aplikasi mioinositol eksogen dapat mengurangi  $H_2O_2$ , aktivitas AP, CAT, kerusakan membran, memperbaiki status air daun pada tanaman yang mengalami stres kekeringan pada tanaman cabai (Yildizli et al., 2018). Priming dengan biostimulan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil buah tanaman yang mengalami stress kekeringan. Hal ini dapat dilihat dari perlakuan biostimulan pada tanaman yang diberi stres kekeringan dapat mengakumulasi osmolit daun lebih cepat, kepadatan stomata meningkat, aktivitas katalase lebih tinggi (Agliaisa et al., 2021). Mioinositol juga dapat meningkatkan toleransi kekeringan pada tanaman *Agrostis stolonifera* L, dengan meningkatkan penyesuaian osmotik sel, penurunan kehilangan klorofil, peningkatan aktivitas enzim antioksidan yang diekspresikan dengan berkurangnya kerusakan oksidatif tanaman (Li et al., 2021).

Mikroorganisme pemacu pertumbuhan tanaman (jamur, khamir, dan bakteri) yang ada di dalam tanah dapat berperan dalam menjaga atau meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman, mendorong ketahanan sistematis pada tanaman, dan meningkatkan toleransi cekaman terhadap berbagai faktor yang merugikan (Vidal et al., 2022). Kolonisasi mikoriza yang berasosiasi dengan akar tanaman cabai dapat memberikan toleransi terhadap stres kekeringan di antara kultivar cabai. Peningkatan biomassa akar lebih lanjut menunjukkan bahwa Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) mengurangi dampak stres air dengan meningkatkan pertukaran antara tanah dan akar tanaman. FMA dapat memperluas dan memperkuat sistem perakaran tanaman sehingga dapat menjaga keseimbangan nutrisi dan membantu penyerapan air pada tanaman inang. Selain itu juga menurunkan kerusakan sel dengan mempertahankan membran sel integritas. Oleh karena itu, inokulasi FMA ke kultivar cabai dianggap sebagai salah satu metode yang paling efisien untuk peningkatan toleransi kekeringan, sehingga tercapai keberlanjutan di bidang pertanian (Krishna et al., 2018).

Studi *in vivo* dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (JHA6) dan *Bacillus amyloliquefaciens* (ROH14) dapat meningkatkan pertumbuhan cabai dalam peningkatan biomassa akar dan pucuk, tinggi tanaman, kandungan klorofil serta peningkatan kandungan dan serapan hara. Penambahan bakteri pada tanaman cabai pada kondisi stres kekurangan air dapat menahan cekaman air dengan lebih efisien yang ditunjukkan dengan peningkatan di luas daun, total protein larut dan kadar air relatif dari tanaman dibanding kontrol. Peningkatan respons antioksidan terbukti meningkat aktivitas enzim seperti superoksida dismutase, katalase dan peroksidase (Ojuederie et al., 2019) leading to food insecurity. Drought causes oxidative stress on plants, arising from excessive production of reactive oxygen species (ROS).

### **Kemajuan penelitian seleksi dan evaluasi sumber daya genetik cabai**

Seleksi sumber daya genetik yang mempunyai toleransi tinggi terhadap cekaman kekeringan telah dilakukan di beberapa negara. Seleksi sumber daya genetik cabai di Ethiopia memperoleh kultivar Mitmita paling tahan kekeringan dibanding genotipe lain yang diuji ditandai dengan merespon cekaman kekeringan dengan meningkatnya akumulasi senyawa

prolin dan fenolik (Wassie et al., 2023). Selain itu skrining pada tahap benih pada 20 genotipe cabai di Andhra Pradesh, India diperoleh 3 genotipe yang toleran kekeringan ditandai dengan jumlah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan malondiadehid yang rendah dalam benih sehingga mempertahankan membrane dan klorofil yang tinggi pada fase pembibitan. Selain itu kandungan prolin pada genotype toleran lebih tinggi sehingga dapat mempertahankan kadar air relatif tanaman (Sahitya et al., 2018).

Di Indonesia seleksi kekeringan pada sumberdaya genetik cabai telah dilakukan di Riau, Bogor tetapi belum menghasilkan genotipe toleran yang stabil. Seleksi 50 genotipe cabai di Riau, berdasarkan Indek SSI dan SDI menunjukkan bahwa genotipe UIN-RFC010, UIN-GM107 dan UIN-RFC006 merupakan kandidat genotipe toleran cekaman kering atau memiliki potensi hasil yang tinggi pada kondisi tercekam dan normal (Rosmaina et al., 2018). Peluang seleksi cabai lokal di daerah masih perlu dilakukan untuk mendapatkan genotipe toleran kekeringan yang spesifik lokasi.

## KESIMPULAN

Sintesis artikel menghasilkan 4 kelompok topik riset yang dapat dipergunakan untuk mendukung pengembangan cabai di lahan yang tercekam kekeringan. Kelompok riset tersebut yaitu 1). genom, regulasi gen, protein dan informasi molekuler terkait respon tanaman cabai terhadap cekaman kekeringan sebanyak 34%, 2). Riset tentang perlakuan pemberian pupuk dan agen hayati ( pupuk kimia, pupuk organik, hormon, bio stimulan, mikoriza dan bakteri sebanyak 28%, 3). Penelitian tentang pengaruh cekaman kekeringan terhadap morfologi, fisiologi, metabolit sebanyak 25 %, dan 4). Penelitian tentang skrining genetik dan pemuliaan konvensional sebanyak 13%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agliassa, C., Mannino, G., Molino, D., Cavalletto, S., & ... (2021). A new protein hydrolysate-based biostimulant applied by fertigation promotes relief from drought stress in *Capsicum annuum* L. *Plant Physiology and ...*
- Bernau, V. M., Barbolla, L. J., McHale, L. K., & Mercer, K. L. (2020). Germination response of diverse wild and landrace chile peppers (*Capsicum* spp.) under drought stress simulated with polyethylene glycol. *Plos One*.
- BPS.com. (2022). *Produksi Tanaman Sayuran*. <https://www.bps.go.id/>.
- Chhapekar, S. S., Jaiswal, V., Ahmad, I., Gaur, R., & ... (2018). Progress and Prospects in *Capsicum* Breeding for Biotic and Abiotic Stresses. ... *Abiotic Stress Tolerance ...*
- Diao, W., Snyder, J. C., Wang, S., Liu, J., Pan, B., Guo, G., Ge, W., & Dawood, M. H. S. A. (2018). Genome-wide analyses of the NAC transcription factor gene family in pepper (*Capsicum annuum* L.): Chromosome location, phylogeny, structure, expression patterns, Cis-elements in the promoter, and interaction network. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4).
- Feng, X.-H., Zhang, H., M, M. A., Gai, W.-X., Cheng, G.-X., Yu, Q.-H., Yang, S.-B., Li, X.-X., & Gong, Z.-H. (2019). *Sci-Hub | A small heat shock protein CaHsp25.9 positively regulates heat, salt, and drought stress tolerance in pepper (Capsicum annuum L.)*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 142, 151–162 | 10.1016/j.plaphy.2019.07.001 (pp. 151–162).

- Fiasconaro, M. L., Lovato, M. E., Antolín, M. C., Clementi, L. A., Torres, N., Gervasio, S., & Martín, C. A. (2019). Role of proline accumulation on fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown with a K-rich compost under drought conditions. In *Scientia Horticulturae* (Vol. 249, pp. 280–288).
- Gammoudi, N., Nagaz, K., & Ferchichi, A. (2021). Potential Use of Spent Coffee Grounds and Spent Tea Leaves Extracts in Priming Treatment to Promote In Vitro Early Growth of Salt-and Drought-Stressed Seedlings of *Capsicum annuum* L. *Waste and Biomass Valorization*, 12(6), 3341–3353.
- Gao S., Wang Y., Yu S., Huang Y., Liu H., C. W. and H. X. (2020). Effects of drought stress on growth, physiology and secondary metabolites of Two Adonis species in Northeast China \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Scientia Horticulturae*, 259.
- goto K., Yabuta S., Ssenyonga P., T. S. and S. I. J. (2021). Response of leaf water potential, stomatal conductance and chlorophyll content under different levels of soil water, air vapor preecre deficit and solar radiation in chili pepper (*Capsicum chinense*). *Scientia Horticulturae*, 281.
- Ichwan, B., Eliyanti, E., & Zulkarnai, Z. (2021). Effect of biostimulants and media compositions on growth and yield of capsicum annuum l. Under drought stress conditions. *Advances in Horticultural Science*, 35(2), 129–137.
- Jamil, A. dan S. (2016). Mekanisme Respon Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran Mechanism Response of Rice Under Drought Stress and Tolerant Varieties. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 1–8.
- Jaswanthi, N., Khrishna M.S.R., S. U. L. and S. P. (2019). 12 Apoplast proteomic analysis reveals drought stress-responsive protein datasets in chilli (*Capsicum annuum* L.) \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf.
- Jeeatid, N., Techawongstien, S., Suriharn, B., Chanthai, S., Bosland, P. W., & Techawongstien, S. (2018). Influence of water stresses on capsaicinoid production in hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivars with different pungency levels. In *Food Chemistry* (Vol. 245, pp. 792–797).
- Joo, H., Lim, C. W., Han, S. W., & Lee, S. C. (2017). The pepper RING finger E3 ligase, CaDIR1, regulates the drought stress response via ABA-mediated signaling. In *Frontiers in plant science*. frontiersin.org.
- Kang, W. H., Sim, Y. M., Koo, N., Nam, J. Y., Lee, J., Kim, N., Jang, H., Kim, Y. M., & Yeom, S. I. (2020). Transcriptome profiling of abiotic responses to heat, cold, salt, and osmotic stress of *Capsicum annuum* L. *Scientific Data*, 7(1), 1–7.
- Kaya, A., & Doganlar, Z. B. (2019). Melatonin improves the multiple stress tolerance in pepper (*Capsicum annuum*). *Scientia Horticulturae*, 256(January).
- Kazerooni, E. A., Maharachchikumbura, S. S. N., Adhikari, A., Al-Sadi, A. M., Kang, S. M., Kim, L. R., & Lee, I. J. (2021). Rhizospheric *Bacillus amyloliquefaciens* Protects *Capsicum annuum* cv. Geumsugangsan From Multiple Abiotic Stresses via Multifarious Plant Growth-Promoting Attributes. *Frontiers in Plant Science*, 12(May), 1–19.
- Khan, A., Li, R. J., Sun, J. T., Ma, F., Zhang, H. X., Jin, J. H., Ali, M., & ... (2018). Genome-wide analysis of dirigent gene family in pepper (*Capsicum annuum* L.) and characterization

- of CaDIR7 in biotic and abiotic stresses. *Scientific Reports*.
- Khazaei, Z., Esmailpour, B., & Estaji, A. (2020). Ameliorative effects of ascorbic acid on tolerance to drought stress on pepper (*Capsicum annuum* L) plants. *Physiology and Molecular Biology of ...*, 26(8), 1649–1662. <https://doi.org/10.1007/s12298-020-00846-7>
- Khazaei, Z., & Estaji, A. (2020). Effect of foliar application of ascorbic acid on sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(118).
- Kim, M., Jeong, S., Lim, C. W., & Lee, S. C. (2021). Mitogen-activated protein kinase CaDIMK1 functions as a positive regulator of drought stress response and abscisic acid signaling in *Capsicum annuum*. *Frontiers in Plant Science*, 12.
- Kim, T. S., Yoo, S. J., Weon, Y. H., Song, J., & Sang, K. M. (2022). *Bacillus butanolivorans* KJ40 contributes alleviation of drought stress in pepper plants by modulating antioxidant and polyphenolic compounds \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Scientia Horticulturae*, 301.
- Kopta, T., Sekara, A., Pokluda, R., Ferby, V., & Caruso, G. (2020). Screening of chilli pepper genotypes as a source of capsaicinoids and antioxidants under conditions of simulated drought stress. *Plants*, 9(3).
- Krishna, M. S. R. (2018). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters morphological and biochemical indices in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under drought stress. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, 12(2).
- Krishna, M. S. R., Lakshmisahitya, U., Sravani Ch, L., Sandhya Rani, N., Tabitha, K., & Akshitha, B. V. (2018). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters morphological and biochemical indices in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under drought stress. *International Journal of Green Pharmacy*, 12(2), 75–81.
- Lestari, E. G. (2006). Mekanisme Toleransi Dan Metode Seleksi Tumbuhan Yang Tahan Terhadap Cekaman Kekeringan. *Berita Biologi*, 8(3), 215–222.
- Li, Z., Fu, J., Shi, D., & Peng, Y. (2021). *alteration of osmotic adjustment , photosynthesis , and antioxidant defense Myo-inositol enhances drought tolerance in creeping bentgrass through alteration of osmotic adjustment , photosynthesis , and antioxidant defense. August.*
- Lim, W C., Bae Y, . and Lee S.C. (2022). Differential role of *Capsicum annuum* FANTASTIC FOUR-like gene CaFAF1 on drought and salt stress responses \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Environmental and Experimental Botany*, 199.
- Lim, C. W., Jeong, S., & Lee, S. C. (2020). Differential expression of MEKK subfamily genes in *Capsicum annuum* L. in response to abscisic acid and drought stress. *Plant Signaling & Behavior*, 15(12).
- Lim, J., Lim, C. W., & Lee, S. C. (2019). Functional analysis of pepper F-box protein CaDIF1 and its interacting partner CaDIS1: Modulation of ABA signaling and drought stress response. In *Frontiers in Plant Science*. [frontiersin.org](https://frontiersin.org).
- Liu, Y. L., Liu, S., Xiao, J. J., Cheng, G. X., Ul, H. S., & Gong, Z. H. (2021). CaHSP18.1a, a Small Heat Shock Protein from Pepper (*Capsicum annuum* L.), Positively Responds to Heat, Drought, and Salt Tolerance. *Horticulturae*, 7(117).

- Ma, X., Li, Y., Gai, W. X., Li, C., & Gong, Z. H. (2021). The CaCIPK3 gene positively
- Malika, L. Y., Deshabandu, K. S. H. T., Costa, W. A. J. M. D., Ekanayake, S., Herath, S., & Weerakoon, W. M. W. (2019). Physiological traits determining tolerance to intermittent drought in the *Capsicum annuum* complex \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Scientia Horticulturae*, 246, 21–33.
- Mardaninejad, S., Tabatabaei, S. H., Pessarakli, M., & Zareabyaneh, H. (2017). Physiological Responses of Pepper Plant (*Capsicum annuum* L.) to Drought Physiological Responses of Pepper Plant (*Capsicum annuum* L.) to Drought Stress. *Journal of Plant Nutrition*, January.
- Meng, Y. C., Zhang, H. F., Pan, X. X., Chen, N., Hu, H. F., & ... (2021). CaDHN3, a Pepper (*Capsicum annuum* L.) Dehydrin Gene Enhances the Tolerance against Salt and Drought Stresses by Reducing ROS Accumulation. *International Journal of ...*, 22.
- Molla, M. R., Rohman, M. M., Monsur, M. B., & ... (2021). Screening and Assessment of Selected Chilli (*Capsicum annuum* L.) Genotypes for Drought Tolerance at Seedling Stage. *Phyton*, 90(5).
- Naves, E. R., Silva, L. de A., Sulpice, R., Araujo, W. L., Nesi, A. N., Pere, L. E. P., & Zsogon, A. (2019). Capsaicinoids\_ Pungency beyond Capsicum \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Trends in Plant Science*, 24(2), 109–120.
- Ojuederie, O. B., Olanrewaju, O. S., & Babalola, O. O. (2019). Plant growth promoting rhizobacterial mitigation of drought stress in crop plants: Implications for sustainable agriculture. *Agronomy*, 9(11).
- Okunlola, G. O., O.A., O., R.O., A., A., T., & A.A, A. (2017). *1 Physiological response of the three most cultivated pepper species (Capsicum spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf* (pp. 198–205).
- Okunlola, G. O., Olatunji, O. A., Akinwale, R. O., Tariq, A., & ... (2017). Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and .... In *Scientia* .... Elsevier.
- Okunlola, G. O., Olatunji, O. A., Niewiadomska, E., & ... (2023). Foliar Application of Melatonin Alleviates the Deleterious Effects of Drought on the Three Most Cultivated *Capsicum* Species in Africa. *Gesunde* ....
- Qin, L., Mo, N., Muhammad, T., & Liang, Y. (2018). Genome-wide analysis of DCL, AGO, and RDR gene families in pepper (*Capsicum Annuum* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4).
- Rathnayaka, R. M. S. M. B., Kondo, F., Prabandaka, S. S., Nemoto, K., & Matsushima, K. (2021). Drought stress induced an increase in the pungency and expression of capsaicinoid biosynthesis genes in chili pepper (*Capsicum annuum* l.). *Horticulture Journal*, 90(4), 410–419.
- Ritung, S., Suryani, E., Sukarman, Nograho, K., Suparto, & Hikmatulloh. (2015). Luas Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. In *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia* (Issue February 2018). IAARD PRESS.
- Rodríguez-Calzada, T., Qian, M., Strid, Å., Neugart, S., Schreiner, M., Torres-Pacheco, I., &

- Guevara-González, R. G. (2019). Effect of UV-B radiation on morphology, phenolic compound production, gene expression, and subsequent drought stress responses in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). In *Plant Physiology and Biochemistry* (Vol. 134, pp. 94–102).
- Rosmaina, Sobir, Parjanto, & Yunus, A. (2018). Selection criterias development for chili pepper under different field water capacity at vegetative stage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(1), 80–90.
- Sahitya, U. L., Krishna, M. S. R., Deepthi, R., & ... (2018). Seed antioxidants interplay with drought stress tolerance indices in chilli (*Capsicum annuum* L) seedlings. *BioMed Research ...*
- Sahitya, U. L., Krishna, M. S. R., & Suneetha, P. (2019). Integrated approaches to study the drought tolerance mechanism in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Physiology and Molecular Biology ...*, 25(3), 637–647.
- Seleiman, M. F., Suhaibani, N. Al, Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., & Dindaroglu, T. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. In *Plants* (Vol. 10, Issue 2, pp. 1–25).
- Vidal, C., Gonz, F., Santander, C., Rodrigo, P., Gallardo, V., Santos, C., Aponte, H., Ruiz, A., & Cornejo, P. (2022). *Management of Rhizosphere Microbiota and Plant Production under Drought Stress : A Comprehensive Review*.
- Wang, Y., & Zhang, Y. (2022). Advances in Molecular Breeding of Vegetable Crops. In *Horticulturae* (Vol. 8, Issue 9).
- Wassie, W. A., Andualem, A. M., Molla, A. E., & ... (2023). Growth, Physiological, and Biochemical Responses of Ethiopian Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars to Drought Stress. In *The Scientific World ...* hindawi.com.
- Widuri, L. I., Lakitan, B., Hasmeda, M., Sodikin, E., Wijaya, A., Meihana, M., Kartika, K., & Siaga, E. (2017). Relative leaf expansion rate and other leaf-related indicators for detection of drought stress in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 11(12), 1617–1625.
- Widuri, L. I., Lakitan, B., Sakagami, J., Yabuta, S., Kartika, K., & Siaga, E. (2020). Short-term drought exposure decelerated growth and photosynthetic activities in chili pepper (*Capsicum annuum* L.) \_ Elsevier Enhanced Reader.pdf. *Annals of Agricultural Sciences*, 65, 149–158.
- Xiao, J. J., Zhang, R. X., Khan, A., Haq, S. U., Gai, W. X., & ... (2021). CaFtsH06, A Novel Filamentous Thermosensitive Protease Gene, Is Involved in Heat, Salt, and Drought Stress Tolerance of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of ...*, 22.
- Yildizli, A., Çevik, S., & Ünyayar, S. (2018). Effects of exogenous myo-inositol on leaf water status and oxidative stress of *Capsicum annuum* under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(122).
- Zamljen, T., Jakopič, J., Hudina, M., Veberič, R., & Slatnar, A. (2021). Influence of intra and inter species variation in chilies (*Capsicum* spp.) on metabolite composition of three fruit segments. In *Scientific Reports*. Springer.
- Zamljen, T., Lojen, S., Slatnar, A., & Zupanc, V. (2022). Effect of deficit irrigation on nitrogen

accumulation and capsaicinoid content in Capsicum plants using the isotope  $^{15}\text{N}$ . *Agricultural Water Management*, 260.

Zamljen, T., Zupanc, V., & Slatnar, A. (2020a). Influence of irrigation on yield and primary and secondary metabolites in two chilies species, *Capsicum annuum* L. and *Capsicum chinense* Jacq. In *Agricultural Water Management* (Vol. 234).

Zamljen, T., Zupanc, V., & Slatnar, A. (2020b). Influence of irrigation on yield and primary and secondary metabolites in two chilies species, *Capsicum annuum* L. and *Capsicum chinense* Jacq. In *Agricultural Water Management*. Elsevier.

## UJI PERFORMANSI EKSTRAKTOR SENTRIFUGAL PADA EKSTRAKSI MADU KLANCENG

Indy Maulida<sup>1\*</sup>, Siti Asmaul Mustaniroh<sup>1</sup>, Rini Yulianingsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi pertanian, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran, Malang 65145

<sup>2</sup>Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi pertanian, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran, Malang 65145

\*Email: maulida\_indy@student.ub.ac.id

### ABSTRAK

Madu klanceng dihasilkan dari lebah klanceng (*Trigona sp*) yang memiliki aroma dan rasa masam, sedikit agak pahit. Proses produksi madu klanceng mayoritas dilakukan secara manual terutama pada proses pemerasan yang kritis mempengaruhi kualitas. Penggunaan ekstraktor sentrifugal dapat meningkatkan efisiensi proses pemerasan disertai dengan perbaikan kualitas dan higienitas madu yang dihasilkan. Salah satu produsen madu klanceng adalah Kelompok Tani Hutan (KTH) Telaga Lestari yang berlokasi di Desa Ngebel, Kecamatan Ngebel, Jawa Timur. Tujuan penelitian untuk menganalisis performansi penggunaan ekstraktor dengan parameter efisiensi, kepuasan pengguna, dan karakteristik organoleptik madu klanceng di KTH Telaga Lestari. Efisiensi ekstraktor didapatkan dengan membandingkan kapasitas aktual dengan kapasitas teoritis sedangkan tingkat kepuasan pengguna ekstraktor dan karakteristik organoleptik didapatkan melalui kuesioner. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi mesin ekstraktor mencapai 87,7% sehingga mesin dinyatakan cukup efisien. Sementara itu hasil analisis kepuasan pengguna ekstraktor dengan responden peternak madu klanceng sebesar 90,83% menunjukkan kategori sangat baik. Hasil perbandingan kualitas organoleptik pada indikator warna, kejernihan, kekentalan, rasa, dan aroma madu menggunakan ekstraktor lebih unggul dibandingkan pemerasan manual dengan nilai skala yang lebih tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan ekstraktor pada KTH Telaga Lestari menunjukkan hasil yang positif dari segi efisiensi, kepuasan pengguna, dan kualitas.

**Kata kunci:** efisiensi; ekstraktor; kepuasan; kualitas; performansi

### ABSTRACT

*Stingless bee honey is produced from Trigona sp. and has a sour, slightly bitter aroma and taste. Most of the production process for the production of honey is done manually, especially during the squeezing process, which is crucial to determine the quality. Using a centrifugal extractor can increase the efficiency of the squeezing process while improving the quality and hygiene of the honey produced. One of the producers of stingless bee honey is the Forest Farmers Group Telaga Lestari, located in Ngebel Village, Ngebel District, East Java. The purpose of this study was to analyze the extractor efficiency, user satisfaction, and organoleptic characteristics of the honey. The efficiency of the extractor was the ratio between the actual capacity and theoretical capacity. The questionnaires were used to obtain the level of satisfaction of extractor users and organoleptic characteristics. The analysis results show that the extractor machine's efficiency reaches 87.7%, so it is efficient. Meanwhile, the results of the analysis of extractor user satisfaction reached a value of 90.83%, indicating a very good category. The results of the comparison of organoleptic quality showed that the color, clarity, thickness, taste, and aroma of honey squeezed using an extractor were better than manual squeeze. These results indicate that the application of the extractor shows positive results in terms of efficiency, user satisfaction, and quality.*

**Keywords:** efficiency; extractor; performance; user satisfaction; quality

## PENDAHULUAN

Madu klanceng merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah tanpa sengat dikenal dengan lebah klanceng (*Trigona* sp.). Madu klanceng memiliki rasa manis, asam, dan pahit dengan warna lebih gelap dibandingkan dengan madu jenis lain (Astuti dan Laksmi, 2022). Kandungan yang berada pada madu klanceng antara lain protein, asam amino, antioksidan, vitamin, enzim, mineral, dan komponen-komponen minor lain. Madu klanceng memiliki sifat antibakteri, antitumor, anti-inflamasi, dan anti-toksitas sehingga baik untuk kesehatan (Souza dkk., 2021). Proses produksi madu klanceng, antara lain pemanenan, pemerasan, penyaringan, dan pengemasan. Mayoritas proses produksi terutama pemerasan masih dilakukan secara manual tanpa bantuan mesin. Proses pemerasan merupakan proses utama dalam memisahkan madu dari sarang. Pemerasan madu sangat berpengaruh pada kualitas produk madu klanceng. Higienitas yang tidak diperhatikan ketika proses pemerasan dapat menyebabkan kontaminasi pada produk madu klanceng (Rohani dkk., 2023).

Kelompok Tani Hutan Telaga Lestari merupakan salah satu produsen madu klanceng yang berada di Desa Ngebel, Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo. Proses produksi madu klanceng di KTH Telaga Lestari masih dilakukan secara manual sehingga menghasilkan madu dengan kualitas lebih rendah dibandingkan dengan produk lain. Madu yang diproduksi rentan terkontaminasi sehingga memiliki umur simpan yang singkat. Adanya permasalahan tersebut KTH Telaga Lestari termotivasi melakukan perbaikan kualitas madu dengan menggunakan bantuan ekstraktor dalam proses pemerasan.

Ekstraktor yang digunakan dalam pemerasan madu klanceng adalah ekstraktor sentrifugal yang menerapkan gaya putar. Prinsip yang digunakan dalam ekstraktor sentrifugal sama dengan *centrifugal spinner machine*. Gaya sentrifugal pada ekstraktor akan mendorong sarang ke arah luar sehingga padatan sarang dan cairan madu akan terpisah (Hidayat dkk., 2021).

Adanya teknologi baru ekstraktor sentrifugal pada KTH Telaga Lestari diperlukan adanya pengujian performansi ekstraktor. Pengujian digunakan untuk mengetahui performansi penggunaan ekstraktor pada proses pemerasan. Pengujian performansi yang dilakukan antara lain efisiensi ekstraktor, tingkat kepuasan penggunaan ekstraktor, dan karakteristik organoleptik madu klanceng yang diperas menggunakan ekstraktor.

Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis efisiensi ekstraktor dari segi kapasitas, tingkat kepuasan penggunaan ekstraktor, dan kualitas produk madu. Luaran penelitian ini mampu memberikan wawasan mengenai performansi ekstraktor pada pemerasan madu klanceng sehingga penggunaan mesin bisa maksimal dan efisien.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan madu klanceng yang didapatkan dari Kelompok Tani Hutan Telaga Lestari Desa Ngebel Kabupaten Ponorogo. Responden dalam penelitian ini adalah 21 orang pelaku usaha budidaya madu klanceng menjadi anggota KTH Telaga Lestari di Kab. Ponorogo untuk melakukan penilaian kepuasan penggunaan ekstraktor.

Ekstraktor merupakan bentuk inovasi teknologi untuk mendukung efisiensi dan kapabilitas dalam proses pemerasan dan penirisan madu dengan kuantitas dan kualitas yang maksimal. Ekstraktor yang diuji untuk proses pemerasan madu adalah ekstraktor sentrifugal yang digerakkan motor listrik 0,25 HP. Tabung ekstraktor terbuat dari *stainless steel* perforasi

dan dilapisi kasa *stainless steel* 60 mesh, dengan diameter 20 cm dan tinggi 40 cm.

Efisiensi mesin ekstraktor dihitung dengan membandingkan kapasitas aktual dengan kapasitas teoritis ditunjukkan pada Persamaan (1) dan dinyatakan dalam persen ().

$$Ef = \frac{Ka}{Kt} \times 100\% = \dots\dots\dots(1)$$

Metode yang digunakan untuk pengukuran Tingkat Kepuasan Penggunaan Ekstraktor adalah menggunakan kuesioner likert yang dilakukan analisis interval. Parameter untuk penilaian Tingkat Kepuasan Penggunaan Ekstraktor dapat dilihat pada Tabel 1 yang terdiri atas 12 pernyataan.

Tabel 1. Parameter Tingkat Kepuasan Penggunaan Ekstraktor

Kode	Pernyataan
P1	Ekstraktor mudah dibersihkan
P2	SOP pembersihan ekstraktor mudah dipahami
P3	Pembersihan ekstraktor sebelum dan sesudah penggunaan tidak menyulitkan/tidak membebani
P4	Proses pembersihan tidak berisiko menimbulkan kerusakan pada mesin
P5	Biaya perawatan murah
P6	Sparepart ekstraktor mudah didapatkan
P7	Penggantian sparepart ekstraktor mudah dilakukan
P8	SOP penggunaan alat mudah dipahami
P9	Ekstraktor mudah dioperasikan
P10	Tabung ekstraktor mudah dilepas pasang
P11	Ekstraktor nyaman digunakan
P12	Ekstraktor berisiko kecil terhadap kecelakaan kerja (misal: tersengat listrik, baju tersangkut)

Kategori kepuasan ekstraktor didasarkan pada nilai interval yang telah ditentukan pada Tabel2. (Budiaji, 2013)

Tabel 2. Kategori Kepuasan Ekstraktor

Angka (%)	Kategori
0-19,99	Sangat Tidak Layak
20-39,99	Kurang Layak
40-59,99	Cukup
60-79,99	Layak
80-100	Sangat Layak

Metode kuesioner perbandingan digunakan untuk penilaian karakteristik organoleptik madu klanceng. Parameter penilaian karakteristik organoleptik madu klanceng antara lain warna, kejernihan, kekentalan, rasa, dan aroma. Responden dalam penelitian ini adalah 21 orang pelaku usaha budidaya madu klanceng menjadi anggota KTH Telaga Lestari di Kab. Ponorogo yang terdiri atas 18 pria dan 2 wanita.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Ekstraktor sentrifugal

Ekstraktor sentrifugal digunakan untuk pemerasan madu dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal merupakan gaya putar yang berlawanan dengan pusat lingkaran

sehingga dapat memisahkan madu dengan sarangnya (Hidayat dkk, 2021). Ekstraktor yang digunakan untuk pemerasan madu memiliki 2 jenis tabung, yaitu tabung statis dan tabung berputar. Tabung statis berada bagian luar terbuat dari *stainless steel* dengan diameter 40 cm dan tabung berputar berada pada bagian dalam merupakan sebuah silinder kasa *stainless steel* dengan diameter 25 cm. Silinder kasa digunakan untuk menyaring dan menahan sarang ketika proses ekstraksi. Tabung memiliki tinggi 40 cm dan digerakkan menggunakan motor penggerak. *Stainless steel* merupakan salah satu material *food grade* sehingga tidak mengkontaminasi madu (Schmidt dkk, 2012). Spesifikasi teknis ekstraktor sentrifugal terlihat pada **Tabel 2**.

### Efisiensi Ekstraktor

Analisis efisiensi ekstraktor dilakukan untuk mengevaluasi kinerja mesin dalam mengekstrak madu. Efisiensi merupakan kemampuan dalam mengurangi pemborosan yang dianalisis melalui perbandingan antara *input* dengan *output* (Nurlaila dkk., 2022). Perhitungan efisiensi pada mesin ekstraktor dilakukan dengan membandingkan kapasitas aktual mesin dengan kapasitas teoritis.

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Ekstraktor

Kapasitas teoritis	50,81 kg/jam
Kapasitas aktual	44,56 kg/jam
Efisiensi (%)	87,69 %
Dimensi	
Tabung ekstraktor	Diameter 20 cm tinggi 40 cm
Total	12.560 cm <sup>3</sup>
Bahan	
Tabung dalam ekstraktor	Plat <i>stainless steel</i> 304 perforasi diameter lubang 5 mm Kasa <i>stainless steel</i> 60 mesh
Tabung luar ekstraktor	Plat <i>stainless steel</i> 304
As	<i>Stainless steel</i>
Frame	Besi
Penggerak	Motor listrik ¼ HP
Transmisi	
Pulley 1	3 inchi
Pulley 2	4 inchi
Sabuk	V-belt
Putaran	
Motor	1400 rpm
Kebutuhan listrik / proses	183,87 watt
Pengoperasian	Semi otomatis
Sistem	Batch
Pengatur putaran	Inverter

Kapasitas aktual merupakan jumlah *output* secara nyata yang dihasilkan oleh mesin. Kapasitas teoritis merupakan kemampuan sebuah mesin dalam memproduksi dalam jangka waktu tertentu (Sugandi dkk., 2018). Kapasitas teoritis dihitung pada ketebalan lapisan sarang madu 0,028 m dan densitas madu 1,4 kg/l. Satu kali proses memiliki durasi 10 menit sehingga terdapat 6 kali pemrosesan per jam. Kapasitas teoritis sebesar 50,81 liter/jam dan kapasitas aktual mesin ekstraktor adalah 44,56 kg/jam berdasarkan hasil perkalian antara

volume tabung dan densitas madu klanceng dengan mempertimbangkan ketebalan lapisan sarang yang menempel pada ekstraktor. Metode yang digunakan dalam perhitungan efisiensi mesin adalah membandingkan kapasitas aktual dengan kapasitas teoritis -dikalikan dengan 100%.-

$$Ef = \frac{Ka}{Kt} \times 100\% = \frac{44,56}{50,81} \times 100\% = 87,7\%$$

Mengacu pada standar yang diterapkan secara internasional, mesin dinyatakan efisien ketika memiliki nilai efisiensi minimal 85% (Ariyah, 2022). Nilai efisiensi mesin 87,7% menunjukkan bahwa penggunaan mesin ekstraktor dinyatakan efisien. Kapasitas mesin dipengaruhi oleh jumlah *input* bahan dan jumlah *output* produk. Efisiensi mesin mesin dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kapasitas aktual (Sugandi, 2018).

### Tingkat Kepuasan Penggunaan Ekstraktor

Tingkat kepuasan teknologi dianalisis menggunakan 12 item pernyataan dengan kode P1—P12 yang diajukan kepada anggota KTH Telaga Lestari. Pengukuran tingkat kepuasan teknologi digunakan untuk mengetahui perbandingan antara harapan pengguna terhadap penggunaan teknologi secara nyata (Nurhayati dkk., 2020). Hasil nilai persentase per item kepuasan penggunaan ekstraktor dapat dilihat pada **Tabel 4**.

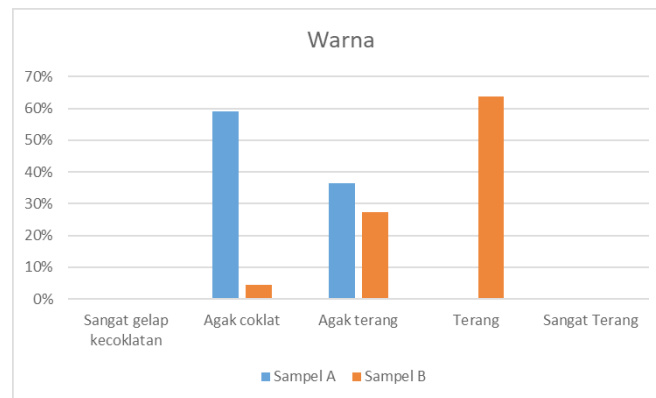
Tabel 4. Hasil Nilai Persentase per Item Kepuasan Penggunaan Ekstraktor

Item	Persentase (%)	Item	Persentase (%)
P1	86,67	P7	93,33
P2	86,67	P8	100
P3	86,67	P9	96,67
P4	80	P10	90
P5	93,33	P11	93,33
P6	93,33	P12	90
Nilai Rata-Rata	90,83%		
Nilai Standar Deviasi	5,34		

Pengukuran kepuasan dilakukan untuk mengetahui kemampuan ekstraktor dalam memenuhi ekspektasi pengguna. Berdasarkan **Tabel 4**, nilai rata-rata setiap item kepuasan penggunaan ekstraktor sebesar 90,83% termasuk ke dalam kategori sangat puas. Pengguna puas terhadap kemudahan perawatan, kemudahan pengoperasian alat, kenyamanan, dan keamanan ekstraktor. Ekstraktor mudah dibersihkan, penggantian sparepart mudah, serta tidak menyulitkan pengguna. Cara penggunaan serta pengoperasian operator sederhana sehingga mudah dipahami oleh pengguna. Ekstraktor nyaman digunakan dalam posisi berdiri, tidak membutuhkan waktu lama dalam prosesnya, dan berisiko kecil terjadi kecelakaan.

### Penilaian Karakteristik Organoleptik

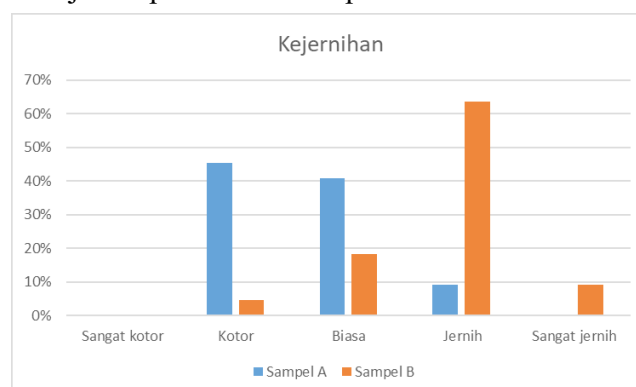
Penilaian karakteristik organoleptik dengan membandingkan madu yang diperas manual (Sampel A) dan ekstraktor (Sampel B). Karakteristik yang diuji antara lain warna, kejernihan, kekentalan, rasa, dan aroma. Panelis merupakan anggota KTH Telaga Lestari yang terdiri atas 18 pria dan 2 wanita. Hasil uji organoleptik warna dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Organoleptik Warna

Warna pada madu dipengaruhi oleh nektar yang dikonsumsi oleh lebah. Kualitas madu tidak bisa dinilai melalui warna madu karena warna tidak menentukan kandungan yang ada pada madu, namun kebanyakan konsumen menilai madu dan menyukai madu dengan warna yang terang (Tanjung dkk., 2019). Menurut Hakim dkk (2021), terdapat perbedaan kandungan antara madu dengan warna gelap dan madu dengan warna terang. Madu warna gelap cenderung mengandung protein, gula pereduksi, magnesium, zinc, zat besi, dan vitamin B6 lebih tinggi dibandingkan dengan madu warna terang. Madu warna terang mengandung glukosa lebih rendah, namun kandungan kalsium, fosfor, dan vitamin C lebih banyak daripada madu warna gelap. Penilaian uji organoleptik warna dapat dilihat pada Gambar 1, sebanyak 66,67% panelis memilih warna terang pada madu yang diekstrak menggunakan ekstraktor.

Kejernihan merupakan salah satu atribut pertama yang dinilai oleh konsumen. Konsumen memiliki persepsi bahwa madu yang jernih mengindikasikan madu asli, kualitas baik, dan nutrisi yang tinggi (Blanc dkk, 2021). Kejernihan madu dapat dipengaruhi oleh agregat dari sarang yang tercampur pada madu ketika proses pemerasan (Brudzynski and Sjaarda, 2021). Penilaian uji organoleptik kejernihan dapat dilihat pada **Gambar 2**, sebanyak 66,67% panelis memilih jernih pada madu Sampel B.

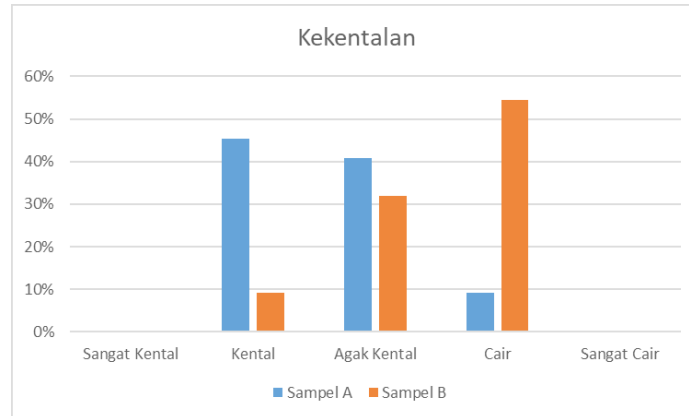


Gambar 2. Organoleptik Kejernihan

Penggunaan ekstraktor dapat meningkatkan kejernihan pada madu karena madu terpisah sempurna dengan sarang. Pemerasan madu secara manual memiliki risiko terkontaminasi dengan debu, kotoran, hingga serbuk sari lebih besar dibandingkan dengan madu yang diperas dengan ekstraktor. Ekstraktor menggunakan kasa *stainless steel* 60 mesh dengan ukuran

lubang 0,15 mm yang bisa digunakan untuk menyaring segala jenis bahan. Kasa digunakan untuk menyaring sarang serta kontaminan seperti debu dan kotoran pada madu klanceng sehingga didapatkan madu yang jernih.

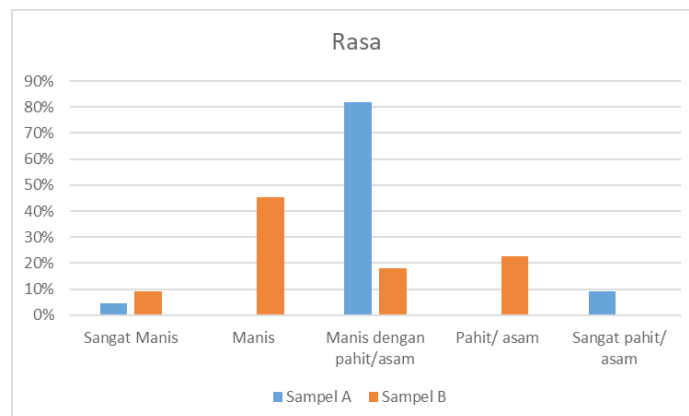
Kekentalan madu dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada madu (Gariola dkk, 2013). Kadar air pada madu dipengaruhi oleh vegetasi, suhu, kelembaban, umur madu, dan waktu pemanenan (Evahelda, 2018; Minarti dkk, 2016). Kekentalan madu sangat mempengaruhi keputusan konsumen dalam pembelian madu (Saludin dkk, 2019). Penilaian uji organoleptik kekentalan dapat dilihat pada **Gambar 3**, 57,14% panelis menilai madu Sampel B cair.



Gambar 3. Organoleptik Kekentalan

Madu dengan tekstur cair menunjukkan tingginya kadar air sehingga berpengaruh pada rasa dan aroma karena kadar gula pada madu dengan tekstur cair cenderung rendah (Savitri dkk., 2017; Tanjung dkk., 2019). Kadar air pada madu bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu panen, umur koloni, dan kondisi lingkungan (Gariola dkk., 2013). Suhu pada penyimpanan produk madu berisiko meningkatkan kadar air pada madu (Wulandari dkk., 2017).

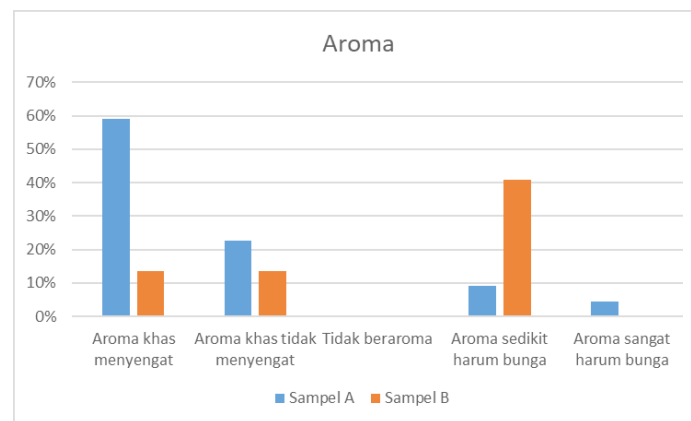
Madu Klanceng umumnya memiliki rasa manis dengan rasa asam atau pahit. Rasa yang timbul pada madu klanceng dipengaruhi oleh jenis nektar yang dikonsumsi oleh lebah klanceng. Rasa merupakan faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian produk yang mana konsumen cenderung menyukai rasa madu yang manis (Saludin dkk, 2019). Penilaian uji organoleptik rasa dapat dilihat pada **Gambar 4**, sebanyak 85,71% panelis menilai madu Sampel A memiliki rasa manis dengan pahit/asam.



Gambar 4. Organoleptik Rasa

Rasa asam pada madu dipengaruhi oleh pakan madu klanceng yang cenderung mengandung volatil. Pakan utama madu klanceng berasal dari nektar, resin, dan polen yang diubah menjadi sarang serta cadangan makanan. Polen dapat tercampur dalam madu terutama pada proses pemerasan sehingga menimbulkan rasa asam (Ikhsan dkk., 2022). Pemerasan manual dilakukan dengan menekan sarang sehingga madu dapat tercampur dengan polen dan komponen lain sehingga madu memiliki rasa yang lebih asam dan sedikit pahit. Rasa asam yang timbul pada madu dapat digunakan sebagai indikasi adanya proses fermentasi yang menghasilkan asam organik (Tanjung dkk., 2021). Proses fermentasi terjadi ketika madu memiliki kadar air tinggi dan dipercepat dengan adanya kontaminasi pada madu.

Madu klanceng memiliki aroma bervariasi dipengaruhi oleh propolis yang dikonsumsi. Umumnya madu klanceng memiliki aroma khas campuran manis dan asam (Ridhwan, 2022). Penilaian uji organoleptik aroma dapat dilihat pada **Gambar 5**, diketahui 61,90% panelis memilih madu Sampel A memiliki aroma khas menyengat.



**Gambar 5.** Organoleptik Aroma

Semakin kental madu maka aroma akan semakin menyengat. Hal tersebut selaras dengan tingkat kekentalan madu klanceng yang diperas secara manual lebih kental dibandingkan dengan madu yang diperas menggunakan ekstraktor. Semakin kental madu klanceng maka warna, aroma, dan rasa akan semakin kuat. Berbanding terbalik dengan madu yang cair cenderung memiliki warna, aroma, dan rasa kurang manis (Tanjung dkk., 2019).

Madu yang diperas secara manual memiliki karakteristik warna agak coklat, kotor, kental, rasa manis dengan pahit/asam, dan memiliki aroma khas yang menyengat. Hal ini dikarenakan madu yang diperas manual dengan tangan tidak higienis dan tercampur dengan komponen sarang. Madu yang diperas menggunakan ekstraktor memiliki karakteristik warna terang, jernih, cair, rasa manis, dan aroma khas namun tidak menyengat dengan sedikit harum bunga karena madu tersaring dan terekstrak dengan sempurna.

Standar kualitas madu klanceng tercantum pada SNI 8664:2018 yang menyatakan uji organoleptik dilakukan pada rasa dan aroma dengan parameter khas madu. Kekentalan madu klanceng dipengaruhi oleh kadar air yang mana kadar air maksimal 27,5% b/b lebih tinggi 5,5% dari madu hutan dan madu budidaya. Menurut Ikhsan dkk (2022), konsumen menyukai madu klanceng dengan rasa sedikit masam, aroma masam yang khas, warna gelap kuning sedikit merah, dan tidak terlalu kental. Sedangkan menurut survey yang dilakukan Syaifudin (2020), konsumen cenderung menyukai madu klanceng dengan rasa manis. Madu klanceng

sendiri memiliki perbedaan dengan madu lain yang dapat meningkatkan daya saing seperti aroma khas, rasa manis sedikit asam, tekstur lebih cair, dan nutrisi lebih banyak (Hakim dkk., 2021; Ikhsan dkk., 2022). Khasiat madu klanceng antara lain meningkatkan daya tahan tubuh, mencegah kanker, menstabilkan kolesterol, dan meningkatkan kesehatan jantung (Rahma dkk., 2014).

## KESIMPULAN

Ekstraktor sentrifugal yang digunakan untuk pemerasan madu dinyatakan efisien sebesar 87,7% sehingga layak untuk peningkatan kapabilitas proses produksi. Kepuasan tingkat penggunaan ekstraktor menunjukkan pengguna merasa sangat puas dengan performansi pemerasan ekstraktor.

Penilaian organoleptik menunjukkan adanya perbedaan warna, kejernihan, kekentalan, rasa, dan aroma pada hasil perasan madu secara manual dengan madu yang diperas menggunakan ekstraktor. Hasil madu klanceng yang diperas menggunakan ekstraktor diharapkan memiliki warna terang, kondisi madu jernih, sifat cair, aroma khas madu, dan rasa yang manis. Faktor yang mempengaruhi penilaian organoleptik madu adalah pakan lebah klanceng, higienitas, dan proses pemerasan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

DIKTI, LPPM UB, dan KTH Telaga Lestari Kabupaten Ponorogo yang telah menjadi mitra dalam penelitian sehingga penelitian dapat terlaksana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyah H. 2022. Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(2): 70-77
- Astuti HD, Laksmi DAV. 2022. Peningkatan Usaha Lebah Klanceng Sebagai Ekonomi Alternatif Masyarakat Desa Tanggulangin Punggur Lamteng. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat UBJ* 5(2): 125-136.
- Blanc S, Zanchini R, Di Vita G, Brun F. 2021. The role of intrinsic and extrinsic characteristics of honey for Italian millennial consumers. *British Food Journal*.
- Brudzynski K, Sjaarda CP. 2021. Colloidal structure of honey and its influence on antibacterial activity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20(2): 2063-2080
- Budiaji W. 2013. Skala pengukuran dan jumlah respon skala likert. *Jurnal ilmu pertanian dan perikanan*. 2(2): 127-133.
- Evahelda E, Pratama F, Santoso B. 2017. Sifat fisik dan kimia madu dari nektar pohon karet di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *Agritech*, 37(4), 363-368. DOI: <https://doi.org/10.22146/agritech.16424>
- Gairola A, Tiwari P, Tiwari JK. 2013. Physic-chemical properties of Apis cerana-Indica F. honey from Uttarkashi District of Uttarkhand, India. *Journal of Global Biosciences*. 2(1): 20-25.
- Hakim SS, Wahyuningtyas RS, Siswadi S, Rahmanto B, Halwany W, Lestari F. 2021. Sifat fisikokimia dan kandungan mikronutrien pada madu kelulut (*Heterotrigona itama*)

- dengan warna berbeda. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 39(1): 1-12
- Hidayat T, Utomo AP, Nugraha F. 2021. Rancangbangun Ekstraktor Madu Dua Tingkat dengan Penggerak Motor Bensin untuk Peternak Lebah di Desa Kandangmas Kabupaten Kudus. *Abdi-mesin: Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik Mesin*. 1(2): 21-26.
- Ikhsan FAA, Nurhadi B, Mahani M. 2022. Preferensi Wanita Usia Subur Terhadap Madu Lebah Tanpa Sengat Sebagai Kandidat Produk Antiemesis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 10(3): 158-167.
- Minarti S, Jaya F, Merlina PA. 2016. Pengaruh masa panen madu lebah pada area tanaman kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) terhadap jumlah produksi kadar air, viskositas dan kadar gula madu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*. 11(1): 46-51.
- Nurhayati N, Zuhra F. 2020. Analisis Tingkat Kepuasan Mahasiswa FKIP Matematika Universitas Almuslim Terhadap Pemanfaatan E-Learning di Era Pandemi Covid 19. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Al Qalasaki*. 4(2): 83-90
- Nurlaila Q, Ryadin AU, Yanto FH. 2022. Pengurangan Reject dan Peningkatan Keluaran Produksi Harian dengan Memodifikasi Chuck Collect pada mesin CNC Turning Goodway GLS 150. *SIGMA TEKNIKA*. 5(2): 351-360
- Rahma S, Natsir R, Kabo P. 2014. Pengaruh Antioksidan Madu Dorsata dan Madu Trigona Terhadap Penghambatan Oksidasi LDL pada Mencit Hiperkolesterolemia. *JST Kesehatan*. Vol 4. No 4. 377 – 384 pp.
- Ridhwan M. 2022. Cairan Dari Perut Linot (*Trigona sp*): Artikel Review. *Jurnal Serambi Akademica*. 10(6): 697-705
- Rohani S, Wiko G, Karlina D, Puspitasari D, Roki A. 2023. Sosialisasi Higienitas Produk Madu Kelulut Di Kecamatan Sei Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*. 3(2.2): 1900-1904
- Saludin, S. F., Kamarulzaman, N. H., & Ismail, M. M. (2019). Measuring consumers' preferences of stingless bee honey (meliponine honey) based on sensory characteristics. *International Food Research Journal*, 26(1). 225-235
- Savitri NPT, Hastuti ED, Suedy SWA. 2017. Kualitas madu lokal dari beberapa wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(1): 58-66
- Schmidt RH, Erickson DJ, Sims S, Wolff P. 2012. Characteristics of food contact surface materials: stainless steel. *Food Protection Trends*. 32(10): 574-584
- Souza ECA, Menezes C, Flach A. 2021. Stingless bee honey (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): A review of quality control, chemical profile, and biological potential. *Apidologie*. 52: 113-132.
- Sugandi WK, Kramadibrata AM, Fetriyuna F, Prabowo Y. 2018. Analisis Teknik dan Uji Kinerja Mesin Peniris Minyak (Spinner) (Technical Analysis and Test Performance of Oil Spinner Machine). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 6(1): 17-26.
- Syaifudin SM. 2020. Budidaya pakan lebah *Trigona sp.* dengan apiculture agroforestry system di Kelurahan Anjungan Melancar, Kecamatan Anjungan Kabupaten Mempawah. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*. 6(1): 17-24
- Syakhroni, A., & Khoiriyah, N. (2017). Peningkatan performansi ekstraktor madu melalui

otomatisasi alat dan desain yang ergonomis untuk petani lebah madu di batang. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 5(3), 267-274.

Tanjung RA, Moulana R, Rasnovi S. 2021. Pengaruh Keragaman Sumber Pakan Terhadap Kualitas Madu Lebah (*Apis cerana Fabr*, 1798) Di Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHK) Aek Nauli Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4): 1000-1013.

Wulandari DD. 2017. Analisa kualitas madu (keasaman, kadar air, dan kadar gula pereduksi) berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*. 2(1): 16-22

## **SIMULASI ALIRAN FLUIDA MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD) PADA PROSES PENYIMPANAN CABE DI RUANG PENDINGIN**

**Murad<sup>1\*</sup>, Joko Sumarsono<sup>1</sup>, Ida Ayu Widhiantari<sup>1</sup>, dan Arya Dharma Rizkito<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram,

\*Email: [muradfatepa@unram.ac.id](mailto:muradfatepa@unram.ac.id)

### **ABSTRAK**

Teknik penyimpanan komoditas hortikultura merupakan teknik untuk menjaga kualitas dari suatu komoditas. Penyimpanan pada suhu rendah menggunakan *cold storage* menjadi salah satu teknik alternatif untuk menjaga kualitas serta kesegaran dari komoditas pertanian seperti cabai rawit yang banyak dibudidayakan di NTB. Pengoptimalan penyimpanan di dalam *cold storage* dapat diperoleh dengan menganalisis aliran fluida di dalam *cold storage*. *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan salah satu cara untuk menganalisis fenomena aliran fluida dalam bentuk gradasi warna serta pergerakan partikel dalam bentuk vektor. Penelitian ini bertujuan untuk membuat visual pola aliran panas (suhu dingin) di dalam ruang *cold storage* dan di dalam kemasan, menghitung validasi model simulasi CFD dengan data empiris dan observasi transfer panas selama penyimpanan suhu dingin menggunakan simulasi CFD pada ruang pendingin dan kemasan. Parameter penelitian yang diamati yaitu perubahan suhu di dalam *cold storage* dan perbedaan jenis bahan kemasan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mencari nilai validitas dari analisis secara empiris dan simulasi CFD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Toples Plastik menjadi pilihan terbaik dalam penyimpanan menggunakan *cold storage*.

**Kata kunci:** aliran fluida; cabai rawit; CFD ; ruang pendingin.

### **ABSTRACT**

*The storage technique of a horticultural commodity is a technique to keep the quality of these commodities. Storage at low temperature using cold storage is one of the alternative techniques to keep the quality and freshness of agricultural commodities such as Cayenne Pepper, which is widely cultivated in NTB. The storage optimization in cold storage could be obtained by analyzing the fluid flow. Computational Fluid Dynamics (CFD) is one of the methods to analyze the fluid flow phenomenon in the form of colour degradation and particle movement in the form of vector. This research aims to make the pattern visual of heat flow (cold temperature) in the cold storage room and in the packaging, measure the model validation of CFD simulation with empirical data and observe the heat transfer during the storage of cold temperature using CFD simulation in the cold storage room and packaging. The parameters observed in this research are temperature change in cold storage and differences in the types of packaging materials used. This research uses an experimental method by determining the validation value from the empirical analysis and CFD simulation. This research shows that Plastic Jar is the best option in cold storage.*

**Keywords:** cayenne pepper; CFD; cold storage; fluid flow

## PENDAHULUAN

Kerusakan yang terjadi pada komoditas hasil pertanian segar diakibatkan oleh kesalahan penanganan pascapanen seperti adanya memar, luka, dan selama proses pemanenan dan penyimpanan. Salah satu cara penanganan pascapanen komoditas hortikultura yang tepat adalah dengan penyimpanan pada ruang pendingin. Karena dengan teknik penyimpanan pada ruang pendingin dapat mempertahankan mutu dan kesegaran produk. Secara alami, komoditas pertanian secara umum memiliki sifat mudah rusak termasuk di dalamnya hasil perikanan, peternakan dan hortikultura. Komoditas pertanian masih melangsungkan aktivitas hidup seperti respirasi dan transpirasi setelah proses pemanenan. Aktivitas metabolisme tersebut menyebabkan terjadinya dekomposisi makromolekul menjadi mikromolekul seperti pemecahan pati, pembentukan gula dan aroma tertentu. Suhu yang lebih rendah menyebabkan perlambatan aktivitas sel sehingga proses pematangan dan pembusukan menjadi lebih lambat. Prinsip perlambatan aktivitas sel inilah yang digunakan dalam rancangan penyimpanan suhu dingin.

Cabai Rawit atau *Capsicum frutescens* L. adalah salah satu komoditas sayuran penting yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Penanganan cabai rawit secara konvensional yang biasa dilakukan petani hanya dapat mempertahankan kesegarannya selama 2-3 hari (Subagyo *et al.*, 2022; Sulistyaningrum & Darudrya, 2018). Meminimalkan kerusakan cabai dapat dilakukan dengan menghambat proses respirasi melalui penyimpanan suhu rendah dan teknik pengemasan (Nurdjannah *et al.*, 2014). Suhu penyimpanan memengaruhi beberapa kandungan gizi dalam makanan, seperti mineral, kandungan fenol, dan serat (Bouzari *et al.*, 2015). Penggunaan suhu rendah yang sesuai dapat mempertahankan kesegaran cabai 2-3 minggu (Purwanto *et al.*, 2013). Menurut Musaddad *et al.* (2019) secara umum semua jenis Cabai dan jenis pengemas, penyimpanan di suhu dingin dapat menekan laju rata-rata perubahan atribut mutu sekaligus memperpanjang umur simpan sekitar 2,5-3 kali lipat dibandingkan suhu kamar. Perubahan suhu yang terjadi di dalam ruang penyimpanan walaupun sebesar 1°C memiliki dampak yang besar terkait dengan energi penyimpanan dan perubahan aktivitas metabolisme.

Pengamatan perubahan suhu di dalam produk selama penyimpanan menjadi hal utama dalam pengembangan rancangan ruang dan metode penyimpanan komoditas hortikultura. Tingginya kelembaban udara dalam kemasan dapat mempertahankan keluarnya air dari permukaan cabai rawit dan rendahnya permeabilitas bahan dapat menekan keluarnya air ke lingkungan sehingga susut bobot akibat evaporasi dapat ditekan (Lamona *et al.*, 2015). Selain itu, pola aliran udara dingin di dalam ruang penyimpanan juga menentukan keseragaman distribusi suhu yang berkaitan dengan laju pindah panas selama penyimpanan. Sekarang ini, metode simulasi menjadi pilihan dalam mengembangkan rancangan teknologi seperti penyimpanan. Aplikasi berupa *computational fluid dynamics* (CFD) mulai populer digunakan untuk mendukung pengembangan riset penyimpanan. Kelebihan pendekatan simulasi adalah kepraktisan, murah, data diperoleh lebih banyak dan kompleks dan dapat menampilkan visual sangat baik seperti pola aliran suhu atau fluida. Hanya saja simulasi dengan CFD memiliki beberapa kelemahan di antaranya dalam input jenis material yang terbatas pada software (Merdiagung *et al.*, 2014).

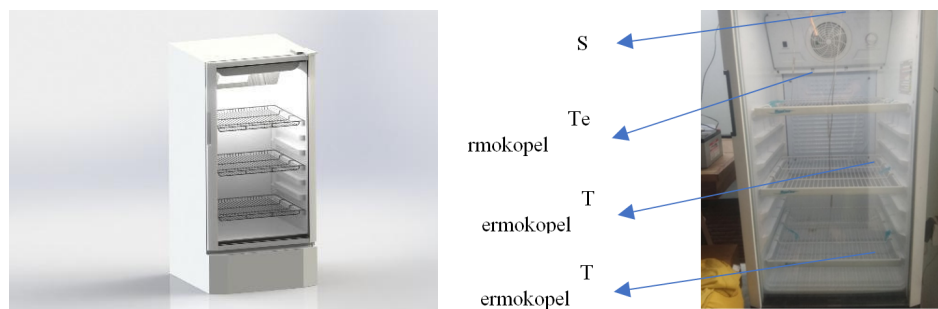
## METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini di antaranya *cold storage* untuk penyimpanan sayur dan buah dengan suhu terukur  $8^{\circ}\text{C}$ , jangka sorong, mikrometer, termokopel, anemometer, meteran, laptop Asus A456UR dengan intel Core i5-7200U 2.50GHz, RAM 12 GB, HDD 1TB, *software* Solidworks 2018 x64 untuk desain *cold storage* dan bahan penelitian, serta untuk proses *mesh* dan simulasi CFD, sensor SHT11, untuk penyimpanan data, sensor *velocity omron* untuk mencari nilai kecepatan, *software Cayenne* untuk *monitoring* perubahan data. Bahan-bahan yang digunakan di antaranya stoples kaca, stoples plastik, serta Cabai Rawit.

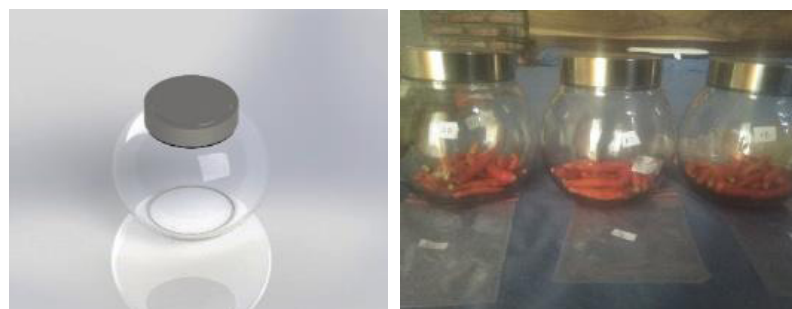
Parameter yang diukur dalam penelitian ini yaitu:

1. Suhu, diamati perubahan suhu yang terjadi di dalam *cold storage* dan di dalam kemasan pada kisaran suhu mencapai  $8^{\circ}\text{C}$ .
2. Jenis bahan, diamati perubahan yang terjadi pada bahan cabai rawit yang disimpan sampai didapatkan jenis bahan yang paling optimal.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan percobaan pada *cold storage* yang sudah dimodifikasi dengan ditambahkan alat otomatisasi untuk menjaga suhu *cold storage* dalam kondisi stabil. Selain itu ditambahkan pula alat pengukur suhu di dalam *cold storage* untuk mengukur perubahan suhu yang terjadi di dalamnya. Percobaan selanjutnya yaitu analisis simulasi ruang dengan menggunakan aplikasi komputasi yaitu CFD untuk menganalisis pola aliran yang terjadi di dalam *cold storage*. Ruang penyimpanan *cold storage* yang dilengkapi dengan perangkat sistem kontrol seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ruang Penyimpanan *Cold Storage*



Gambar 2. Stoples Kaca



Gambar 3. Stoples plastik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

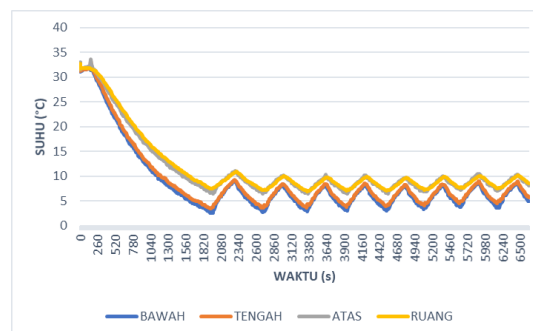
### Analisis Empiris

Analisis empiris dilakukan dengan penempatan termokopel pada rak atas, rak tengah, dan rak bawah dengan jarak dari dinding sebelah kiri *cold storage* yaitu 85mm rak atas, 135mm rak tengah, dan 240mm rak bawah. Selanjutnya menempatkan sensor sht11 di dekat kipas *inlet* dengan jarak 185mm dari dinding sebelah kiri. Kecepatan udara yang didistribusikan di dalam *cold storage* rata-rata 1.55 m/s, dengan suhu optimum 8°C. analisis dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu, analisis suhu ruang, analisis suhu ruang pada wadah stoples, dan analisis suhu ruang pada wadah plastik. Dari ketiga perlakuan tersebut didapatkan rata-rata suhu di setiap analisis seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

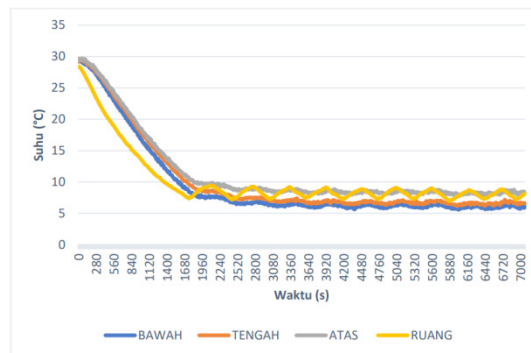
Tabel 1. Hasil analisis empiris

	Rak Atas	Rak Tengah	Rak Bawah
Analisis suhu Ruang	11.39°C	9.02°C	8.51°C
Analisis suhu pada ruang wadah stoples	11.58°C	10.13°C	9.15°C
analisis suhu pada ruang wadah plastik	8.83°C	8.16°C	8.16°C

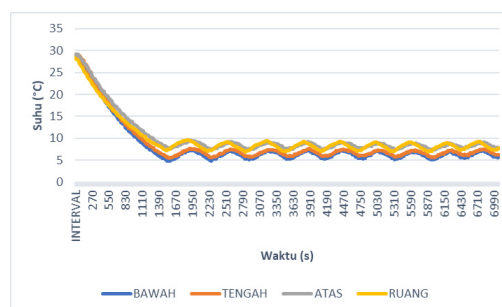
Berdasarkan hasil analisis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, bahwa terdapat perbedaan suhu di setiap rak. Suhu tertinggi terdapat pada rak atas dan terendah pada rak bawah. Pada setiap analisis juga menunjukkan perubahan suhu yang terjadi selama proses analisis.



Gambar 4 Grafik analisis suhu ruang empiris



Gambar 5. Grafik Analisis Suhu pada Ruang Stoples Kaca



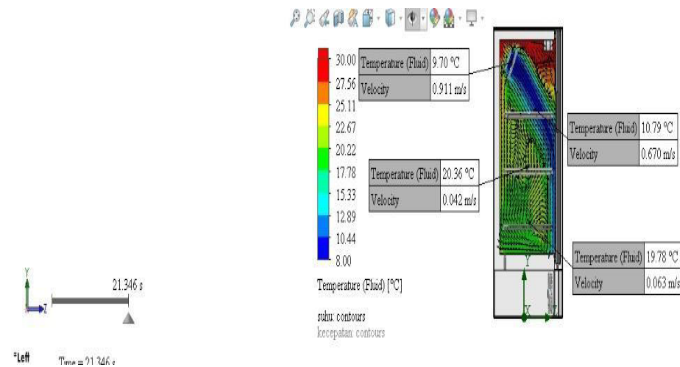
Gambar 6. Grafik Analisis Suhu pada Ruang Stoples Plastik

Dari Gambar 4, 5, dan 6 grafik yang memiliki periode lebih Panjang yaitu grafik analisis suhu ruang pada stoples plastik. Sedangkan pada grafik suhu ruang dan suhu ruang pada stoples kaca, bentuk periode pengulangannya lebih pendek.

### Analisis CFD

CFD dapat digunakan untuk mendesain model 3D aliran udara yang dinamis dan perpindahan panas pada lemari pendingin (Wang *et al.*, 2015). Pada analisis CFD kipas *inlet* mendorong udara yang ada di dalam *cold storage* yang mengakibatkan udara di dalam ruangan tersebut bergerak ke segala arah. Pergerakan udara ini mengakibatkan turunnya temperatur di dalam *cold storage*. Udara terendah berada pada permukaan paling bawah *cold storage* hal ini dikarenakan udara yang tersebar ke seluruh ruangan akan berkumpul di permukaan bawah, kemudian akan berangsur-angsur naik hingga mencapai suhu optimumnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hoang *et al.* (2015) yang menyatakan udara paling dingin dekat dengan dinding sebelah kanan yang lurus dengan arah datangnya suplai udara dingin, hal ini diprediksi menyebabkan bagian atas akan lebih panas dari pada bagian bawah.

Perubahan suhu yang terjadi terlihat pada gambar 7 yang menunjukkan kecepatan udara berbanding lurus dengan perubahan suhu. Begitu pula dengan perubahan suhu pada tiga analisis yang dilakukan yaitu analisis suhu ruang, analisis suhu pada ruang stoples kaca, dan analisis pada ruang stoples plastik. Rata-rata suhu di setiap analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 7. Simulasi distribusi suhu

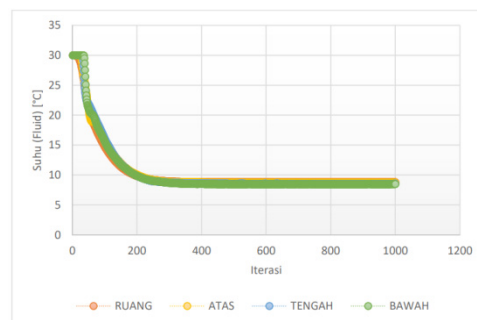
Tabel 2 Hasil analisis CFD

	Rak Atas	Rak Tengah	Rak Bawah
Analisis suhu Ruang	8.75°C	8.58°C	8.48°C
Analisis suhu pada ruang stoples kaca	8.72°C	8.55°C	8.47°C
analisis suhu pada ruang stoples plastik	8.67°C	8.58°C	8.46°C

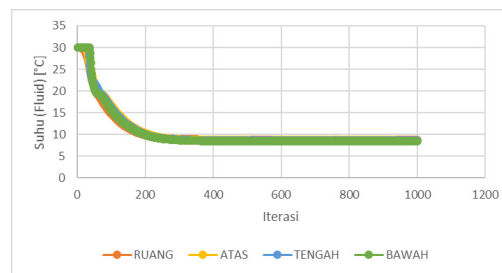
Berdasarkan analisis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 bahwa, suhu paling rendah berada pada analisis suhu pada ruang stoples plastik. Bentuk grafik dari analisis CFD ini terbilang landai karena proses pengambilan data yang dilakukan dalam bentuk iterasi dengan total iterasi 1000.



Gambar 8 Grafik analisis distribusi suhu ruang CFD



Gambar 9 Grafik analisis distribusi suhu pada ruang kaca CFD



Gambar 10 Grafik analisis distribusi suhu pada ruang plastik CFD

### Validasi Data

Validasi data digunakan untuk mengetahui apakah analisis data yang dilakukan secara empiris dan secara CFD sudah berhasil atau belum. Hal ini dapat dicari dengan cara mencari nilai determinasi ( $R^2$ ) dari perbandingan kedua data tersebut. dari hasil analisis pada analisis secara empiris dan analisis secara CFD. Hasil data tersebut menunjukkan analisis yang dilakukan sudah benar dan dianggap valid. data ini dapat dilihat pada Tabel 3. Pada tabel tersebut ditunjukkan nilai determinasi pada setiap analisis mendekati 1, maka ini dikatakan valid.

Tabel 3. Data validasi

	Nilai Determinasi ( $R^2$ )	Keterangan
Analisis suhu Ruang	0.9419	Valid
Analisis suhu pada ruang kaca	0.8423	Valid
analisis suhu pada ruang plastik	0.8668	Valid

### KESIMPULAN

1. Analisis menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dapat memberikan hasil dalam bentuk visual, vektor aliran distribusi suhu fluida dalam *cold storage* yang bergerak ke permukaan bawah *cold storage* yang kemudian menyebar ke seluruh ruang dalam *cold storage*.
2. Proses transfer panas ke seluruh ruang *cold storage* menghasilkan fluktuasi suhu tercepat pada rak paling dekat dengan kipas, sedangkan untuk suhu terendah terjadi pada rak paling bawah pada *cold storage*.
3. Hasil data analisis empiris pada Stoples Kaca yaitu  $8.76^{\circ}\text{C}$ ,  $8.57^{\circ}\text{C}$ , dan  $8.47^{\circ}\text{C}$  dan pada Stoples Plastik yaitu  $8.66^{\circ}\text{C}$ ,  $8.60^{\circ}\text{C}$  dan  $8.47^{\circ}\text{C}$ . Hasil data analisis CFD pada Stoples kaca yaitu  $8.6^{\circ}\text{C}$ ,  $8.60^{\circ}\text{C}$  dan  $8.47^{\circ}\text{C}$  dan pada Stoples Plastik yaitu  $8.67^{\circ}\text{C}$ ,  $8.58^{\circ}\text{C}$  dan  $8.46^{\circ}\text{C}$ . Dari data tersebut maka dapat dikatakan bahwa Stoples Plastik menjadi pilihan terbaik dalam penyimpanan menggunakan *cold storage*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bouzari, A., Holstege, D., & Barrett, D. M. (2015). Mineral, fiber, and total phenolic retention in eight fruits and vegetables: a comparison of refrigerated and frozen storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(3), 951-956.

- Hoang, H.-M., Duret, S., Flick, D., & Laguerre, O. (2015). Preliminary study of airflow and heat transfer in a cold room filled with apple pallets: Comparison between two modelling approaches and experimental results. *Applied Thermal Engineering*, 76, 367-381. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.11.012>
- Lamona, A., Purwanto, Y. A., & Sutrisno. (2015). Pengaruh jenis kemasan dan penyimpanan suhu rendah terhadap perubahan kualitas cabai merah keriting segar. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 3(2), 145-152.
- Merdiagung, M., Prastowo, H., & Nugroho, T. F. (2014). Modifikasi Kinerja Cold Storage 10 Ton Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic). *Jurnal Teknik POMITS*, 3(1), F4-F7.
- Musaddad, D., Rahayu, S. T., & Levianny, P. S. (2019). Perubahan Atribut Mutu dan Umur Simpan Beberapa Jenis Cabai Pada Berbagai Kemasan dan Suhu Penyimpanan (The Quality Attribute Change and Shelf Life of Several Types of Chili on Various Packaging and Storage Temperature). *Jurnal Hortikultura*, 29(1), 111-118. <https://doi.org/10.21082/jhort.v29n1.2019>
- Nurdjannah, R., Purwanto, Y. A., & Sutrisno, S. (2014). Effect of packaging type and low temperature storage on physical quality of red chilli. *J. Pascapanen*, 11(1), 19-29.
- Purwanto, Y. A., Nurdjannah, R., Lamona, A., & Darmawati, E. (2013, August 5-8). Packaging of curly chilies during transportation and temporary storage for domestic market in Indonesia. International Symposium on Quality Management of Fruits und Vegetables for Human Health, Bangkok.
- Subagyo, R., Ramadhan, M. N., Azlan, M., Husein, I., Rusdi, M. Z., & Pratama, T. (2022). Perancangan Alat Pengering Lombok Solar Technology bagi Kelompok Tani Desa Guntung Manggis. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 2(2), 301-312.
- Sulistyaningrum, A., & Darudryo, D. (2018). Decreasing of Cayenne Pepper Quality During Storage in Room Temperature. *JURNAL AGRONIDA*, 4(2), 64-71.
- Wang, L., Zhang, L., & Lian, G. (2015). A CFD simulation of 3D air flow and temperature variation in refrigeration cabinet. *Procedia Engineering*, 102, 1599-1611.

## PENGARUH PENAMBAHAN BUMBU INTI CABAI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI TEMPE KEDELAI

Hasbullah<sup>1\*</sup>, Catur Junaidi Multiansyah<sup>1</sup>, Deivy Andhika Permata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fateta Unand, Limau Manis Padang

E-mail: [hasbullah@ae.unand.ac.id](mailto:hasbullah@ae.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bumbu inti cabai terhadap karakteristik fisik, kimia dan sifat sensori tempe. Bumbu adalah campuran bubuk (40 mesh) cabai merah (30%), cabai rawit (2%), bawang merah (15%), bawang putih (15%), laos (7%), jahe (11%), merica (13%), dan ketumbar (7%). Bumbu ini dicampur dengan kedelai yang akan difermentasi sebanyak 0, 1, 2, 3, dan 4% (b/b). Perlakuan berpengaruh terhadap kadar air dan protein tempe; tapi, penambahan sampai 4% tidak menyebabkan kadar air, abu, protein, dan kadar serat; dan sifat sensori tidak memenuhi syarat SNI-3144:2015 untuk tempe. Tempe mentah mempunyai aroma normal, tekstur kompak, dan seluruh permukaannya tertutup oleh miselium; dan ketika dikunyah, tidak ada aroma dan rasa tidak normal, dan butirannya tidak mudah tercerai berai. Panelis memberikan nilai suka (nilai 3,5 atau lebih) untuk semua tempe yang telah digoreng yang dibuat dengan perlakuan sampai 3%. Pada penambahan 4%, nilai kesukaan panelis cenderung menurun (nilai sedikit <3,5). Hasil penelitian memberi kepastian bahwa penambahan bumbu inti cabe sampai 4% tidak menurunkan mutu sensori tempe mentah, tapi tidak terbukti bahwa tempe yang ditambah bumbu inti cabe menjadi lebih disukai setelah digoreng.

**Kata Kunci:** bubuk inti cabe; tempe; sifat sensori tempe

### ABSTRACT

*The research objective was to determine the effect of the addition of chili seasoning on the physical, chemical and sensory characteristics of tempeh. This seasoning is powder mixture (40 mesh) consisting of red chili (30%), cayenne (2%), shallots (15%), garlic (15%), galangal (7%), ginger (11%), pepper (13%), and coriander (7%). This seasoning is mixed with fermented soybeans in the amount of 0, 1, 2, 3, and 4% (w/w). The treatment affected the water and protein content of tempeh; but, the addition up to 4% did not causes the water, ash, protein and fiber content; and sensory properties to not meet the quality requirements of SNI-3144:2015 for tempe. Fresh tempeh has a normal aroma, compact texture, and the entire surface is covered by mycelium; and when it's chewed, there was no abnormal aroma and taste, and its granules were not easily scattered. The panelists gave a liking score (score of 3.5 or more) for all fried tempeh made by adding up to 3% of chili seasoning. At the addition of 4%, the panelists' preference tended to decrease (the value slightly <3.5). The results of the study provide certainty that adding up to 4% chili pepper seasoning does not reduce the sensory quality of raw tempeh, but it is not proven that tempeh added with chili core spice is more preferable after frying.*

**Keywords:** core chili seasoning; soy tempeh; tempeh sensory properties

## PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan tradisional yang telah lama dikenal di Indonesia. Menurut SNI 01-3144-2015, tempe didefinisikan sebagai produk makanan hasil fermentasi kedelai oleh kapang tertentu, berbentuk padatan kompak dan berbau khas serta berwarna putih atau sedikit keabu-abuan. Tempe yang beredar di pasaran hampir semuanya terbuat dari kedelai dengan menggunakan inokulum yang biasanya disebut sebagai “ragi tempe”. Lewat proses fermentasi, protein pada kedelai mengalami proses penguraian menjadi senyawa lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Selain itu, fermentasi akan menurunkan kandungan zat-zat antinutrisi seperti antitripsin dan oligosakarida penyebab flatulensi.

Menurut Ferlina (2009), proses pembuatan tempe melibatkan tiga faktor pendukung, yaitu bahan baku yang dipakai (kedelai), mikroorganisme (kapang), dan keadaan lingkungan tumbuh (suhu, pH, dan kelembaban). Dalam proses fermentasi tempe kedelai, substrat yang digunakan adalah biji kedelai yang telah direbus dan mikroorganisme yang digunakan berupa kapang antara lain *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer* (dapat terdiri atas kombinasi dua spesies atau ketiganya) dan lingkungan pendukung yang terdiri dari suhu 30°C, pH awal 6,8, kelembaban nisbi 70 - 80%. Astawan (2008) menyatakan bahwa kondisi lingkungan Indonesia dengan suhu rata-rata 30°C dan kelembaban relatif sekitar 75% sepanjang tahun, memungkinkan untuk pembuatan tempe setiap saat tanpa membutuhkan ruang dan peralatan khusus.

Umumnya masyarakat Indonesia mengkonsumsi tempe sebagai panganan pendamping nasi. Tempe yang akan dikonsumsi terlebih dahulu dimasak dengan penambahan bumbu pilihan seperti cabai, bawang merah, bawang putih, laos, jahe, serai, gula dan garam.

Penelitian pembuatan tempe dengan menambahkan bahan berupa bumbu (selain kedelai dan ragi) pada saat fermentasi sampai saat ini belum banyak dilakukan. Rahayu (2000) menjelaskan bahwa senyawa yang terdapat pada rempah-rempah sebagian besar berasal dari senyawa fenol dan turunannya. Senyawa anti mikroba pada cabe di antaranya adalah capsaicin (Adszek et al, 2019); pada bawang putih adalah dialilildisulfida, alisin, alilil metil tiosulfinat dan metil alil tiosulfinat (Salima, 2015); pada bawang merah adalah allisin dan alliin (Gorinstein et al, 2010); pada merica flavonoid dan saponin (alisin (Surono, 2013); pada merica adalah piperin (Levita, 2019); pada laos adalah 1-acetoxychaviol acetat (Rao et al, 2010); dan pada jahe adalah golongan fenol, flavonoid dan terpenoid. Namun pada penelitian Rahmi, Mursyid dan Wulansari (2018) ditemukan penambahan salah satu rempah-rempah yang digunakannya sebagai bumbu tempe yaitu bawang putih, jahe, kunyit dan cabai yang telah dihaluskan tidak menghambat laju pertumbuhan mikroba pada saat fermentasi tempe, sehingga kedelai tetap terfermentasi menjadi tempe, bahkan hingga penambahan bumbu sebesar 4%. Kapang tempe tetap dapat tumbuh meskipun telah ditambahkan dengan salah satu bumbu tersebut.

Sejauh ini penambahan bumbu pada saat fermentasi kedelai menjadi tempe tidak pernah dilakukan oleh produsen tempe karena dikhawatirkan akan menghambat pertumbuhan mikroba pada fermentasi pembuatan tempe. Kedelai yang diberi bumbu sejak proses fermentasi dapat menjadi produk tempe alternatif yang lebih menarik dan lebih praktis karena tidak perlu lagi ditambah bumbu ketika dimasak.

Bumbu inti yang dikembangkan oleh Hasrayanti (2013) berkemungkinan besar dapat digunakan pada kedelai yang akan difermentasi untuk membuat tempe berbumbu. Hasrayanti (2013) telah meneliti pembuatan bumbu inti cabai bubuk yang dibuat dari cabai merah besar dan cabai rawit sebagai bahan utama dengan bahan tambahan yaitu bawang putih, bawang merah, merica, ketumbar, laos dan jahe. Peneliti tersebut telah menemukan formula bumbu inti cabai bubuk yang dapat diaplikasikan untuk pengolahan pangan. Bumbu inti cabai bubuk memiliki rasa yang pedas karena mengandung senyawa *capsaicin* pada cabai merah besar dan cabai rawit.

Penambahan bumbu inti cabe pada kedelai yang akan difermentasi merupakan penambahan sekaligus 6 jenis bumbu yang dapat bersinergi mempengaruhi pertumbuhan kapang selama fermentasi tempe. Selama fermentasi, miselia kapang harus tumbuh massif sehingga biji kedelai akan terikat satu sama lain oleh miselia, dan permukaan tempe tertutup oleh lapisan miselia. Gangguan pada pertumbuhan miselia dapat menyebabkan ikatan antar biji kedelai lebih longgar sehingga menyebabkan tekstur tempe tidak padat dan kompak seperti yang disyaratkan oleh SNI 01-3144-2015.

Berdasarkan latar belakang diatas telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan bumbu inti cabai bubuk terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensori dari tempe kedelai.

## **METODE PENELITIAN**

Kedelai yang digunakan untuk pembuatan tempe adalah kedelai impor ex USA yang bewarna kuning. Mula-mula kedelai dikupas secara kering dengan menggunakan *disc mill*, dan kulit biji yang telah terlepas dari bijinya dibuang dengan hembusan udara. Kedelai tanpa kulit ini direbus sampai airnya mendidih mendidih selama 10 menit (kedelai kering: air = 1:3), lalu api dimatikan dan dibiarkan bersama air perebusnya selama 48 jam. Setelah perendaman, kedelai dicuci sampai bersih (air bilasan berwarna bening), kemudian direbus lagi selama 10 menit dalam kondisi mendidih (kedelai basah:air = 1:2). Ke dalam air perebus ditambahkan asam asetat teknis 25% sebanyak 5 ml per liter air perebus. Kedelai yang telah direbus, kemudian ditiriskan dan dibiarkan dingin sambil diaduk-aduk. Kedelai yang telah dingin diperlakukan dengan penambahan bumbu inti cabe sebanyak 1, 2, 3 dan 4% (berat/berat), kemudian diaduk sampai rata. Selanjutnya, campuran kedelai dan bubuk inti cabe ini ditambah (diinokulasi) dengan inokulum komersial atau ragi tempe merek Raprima sebanyak 1,3 gram per kg bahan (campuran kedelai dan bubuk inti cabai), kemudian diaduk-aduk sampai tercampur rata.

Bumbu inti cabai dibuat dengan metode Hasrayanti (2013) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan bahan cabai merah besar, cabai rawit, bawang merah, bawang putih, laos, jahe, merica dan ketumbar. Cabe merah besar, cabe rawit, bawang merah, bawang putih, laos dan jahe masing-masing secara terpisah diblansir dengan cara dicelupkan ke dalam air mendidih selama  $\pm 30$  detik, kemudian diangkat dan diriskan. Setelah itu masing-masing bahan diiris tipis-tipis dan dikeringkan di dalam oven tanpa aerasi pada suhu  $70^{\circ}$  selama 6 jam. Merica dan ketumbar dipanaskan terlebih dahulu selama 5 menit di dalam oven pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya, masing-masing bahan secara terpisah dihaluskan dengan blender dan diayak dengan saringan 40 mesh. Bumbu inti cabai dibuat dengan mencampurkan bubuk cabai merah besar, cabe rawit, bawang merah, bawang putih, laos, jahe, merica dan ketumbar sampai tercampur rata dengan perbandingan 30%, 2%, 15%, 15%, 7%, 11%, 13% dan 7%.

Setelah diinokulasi dengan “ragi tempe”, kedelai dimasukkan ke dalam kotak yang dibuat dari anyaman kawat (bukaan lobang, panjang, lebar dan tinggi, masing-masing berturut-turut 1, 10, 10, dan 2 cm) dan semua permukaan bagian dalam dari kotak dilapisi dengan 1 lapis daun pisang. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar selama 48 jam.

Pengamatan dilakukan terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat tempe mentah dengan metode Sudarmadji, Haryono, Suhardi (1997).

Mutu sensori tempe ditentukan dengan metode SNI 3144-2015 yang telah dimodifikasi untuk mendeskripsikan aroma, tekstur dan warna tempe mentah tanpa mencicipinya; dan aroma, rasa dan tekstur dengan mencicip tempe yang telah digoreng. Untuk mendeskripsikan aroma, rasa dan tekstur dengan mencicip. Panelis untuk pengujian sensori ini diseleksi dengan kriteria sering/menikmati mengkonsumsi tempe, serta bersedia mengikuti pelatihan. Pada saat pelatihan mereka diperkenalkan dengan syarat mutu sensori tempe menurut SNI-3114:2015, kemudian mengamati beberapa contoh tempe yang dibeli di pasaran dan tempe yang dibuat sendiri yang dianggap cukup baik mutu sensorinya. Mereka dilatih untuk mengenali aroma, rasa, tekstur dan warna tempe seperti yang dimaksudkan oleh SNI-3114:2015. Nilai sensori tempe mentah adalah sebagai berikut:

1) Aroma:

- a) Nilai 3: Aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu
- b) Nilai 2: Aroma lain (selain aroma bumbu) tercium sedikit, misalnya aroma amoniak
- c) Nilai 1: Aroma lain cukup terasa

2) Tekstur

- a) Nilai 3: Tekstur kompak, jika ditekan atau diiris tidak ada bagian yang terlepas, irisan tidak mudah putus jika diberi tarikan ringan, atau tidak rontok jika diberi tekanan ringan
- b) Nilai 2: Tekstur kompak, jika ditekan dan diiris, tidak ada bagian yang terlepas, tapi irisan akan putus jika diberi tarikan ringan atau jika diberi tekanan, tidak ada butiran tempe yang rontoh
- c) Nilai 1: Tekstur tidak/kurang kompak, jika ditekan atau diiris, ada bagian yang terlepas

3) Warna:

- a) Nilai 3: Putih merata, dan miselium tumbuh merata diseluruh permukaan tempe
- b) Nilai 2: Putih merata, tapi tampak ada bagian permukaan yang pertumbuhan miseliumnya tidak sama dengan permukaan lainnya
- c) Nilai 1: Putih tidak merata

Tempe mentah juga dianalisis untuk mendeskripsikan mutu sensorinya dengan mencicipi tempe yaitu dengan memasukkan tempe ke dalam mulut dan mengunyahnya). Kriteria penilaiannya adalah sebagai berikut:

1) Aroma:

- a) Nilai 3: Aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tanpa terasa bau lainnya ketika tempe dikunyah
- b) Nilai 2: Aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tapi terasa sedikit aroma lain ketika tempe dikunyah

- c) Nilai 1: Aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu tapi cukup terasa aroma lain ketika tempe dikunyah
- 2) Tekstur
- a) Nilai 3: Kompak, jika dikunyah, tidak ada kesan butiran tempe yang terlepas bebas
- b) Nilai 2: Kompak, jika dikunyah, maka ada sedikit kesan butiran kedelai terlepas
- c) Nilai 1: Tidak/kurang kompak, jika dikunyah, ada butiran kedelai yang terlepas
- 3) Rasa:
- a) Nilai 3: Rasa khas tempe, tidak ada rasa lain (kecuali rasa khas bumbu)
- b) Nilai 2: Rasa khas tempe, tapi ada sedikit rasa lain (kecuali rasa bumbu)
- c) Nilai 1: Rasa khas tempe, tapi ada rasa lain yang kentara yang tidak diinginkan atau tidak dikenali (kecuali rasa bumbu)

Selain analisis mutu sensori, tempe juga dianalisis secara hedonik oleh 25 orang panelis setengah terlatih yang diminta menyatakan tingkat kesukaannya terhadap aroma, rasa, tekstur dan warna tempe yang telah digoreng (dengan metode Hasbullah, 2020) dengan kriteria penilaian:

- 1) Nilai 5: Sangat suka
- 2) Nilai 4: Suka
- 3) Nilai 3: Biasa
- 4) Nilai 2: agak suka
- 5) Nilai 1: Tidak suka

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia menunjukkan semua tempe memenuhi syarat SNI-3144:2015 dari segi kadar air (60,2-62,4%), abu (0,43-0,67%), protein (15,80-17,12%), lemak (10,31-11,21%) dan serat (1,52-2,43%). Perlakuan penambahan bumbu inti cabe hanya berpengaruh terhadap kadar air dan kadar protein. Jika penambahan bumbu inti cabe semakin banyak (hingga 4%), maka kada air cenderung turun dari 62,4 menjadi 60,2%, dan kadar protein turun dari 17,1 menjadi 15,8%.

Tabel 1. Kadar air, abu, protein, lemak dan serat tempe menurut perlakuan penambahan bumbu inti cabe

Perlakuan*	Air (%)**	Abu (%)**	Prot. (%)**	Lemak (%)**	Serat (%)**	Lain-Lain (%)***)
A	62,40 a	0,43 a	17,12 a	10,31 a	1,52 a	8,22
B	61,77 ab	0,59 a	16,92 a	10,48 a	1,67 a	8,57
C	61,20 bc	0,62 a	16,39 a b	11,07 a	1,81 a	8,91
D	60,92 cd	0,63 a	16,03 b	11,21 a	1,96 a	9,25
E	60,18 d	0,67 a	15,80 b	10,90 a	2,43 a	10,02

\*) Perlakuan penambahan bumbu inti cabe A: 0%, B: 1%, C:2%, D:3% dan E:4%

\*\*\*) Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, dan yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama maka nilai tersebut berbeda nyata pada taraf 5% (Uji Duncan,s New Multiple Range Test)

\*\*\*\*) Lain-lain dihitung dengan rumus 100%-kadar air-kadar abu-kadar protein-kadar lemak-kadar serat

Semua perlakuan menghasilkan tempe dengan aroma khas tempe tanpa aroma lain yang tidak diinginkan (selain aroma bumbu), tekstur kompak dan kuat sehingga dapat diris tipis, dan seluruh permukaan tempe tertutup miselium. Dengan demikian, penambahan bumbu inti cabe tidak berpengaruh terhadap mutu sensori tempe mentah berdasarkan SNI-3144:2015 untuk tempe. Dengan demikian, sejauh ini tidak ada indikasi pengaruh negatif bumbu-bumbu atau senyawa aktif pada bumbu inti cabe terhadap pertumbuhan miselia kapang yang dapat menurunkan mutu sensori tempe. Hasil analisis sensoris terhadap aroma, tekstur dan warna tempe mentah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai sensoris aroma, tekstur dan warna tempe mentah untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan*	Aroma*	Tekstur**	Warna**
A	3	3	3
B	3	3	3
C	3	3	3
D	3	3	3
E	3	3	3

\*) Perlakuan A = tanpa penambahan bubuk inti cabai, Perlakuan B = Penambahan bubuk inti cabai 1%, Perlakuan C = Penambahan bubuk inti cabai 2%, Perlakuan D = Penambahan bubuk inti cabai 3%, perlakuan E = Penambahan bubuk inti cabai 4%

\*) Nilai aroma: 3 (aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tanpa tercium bau lainnya), 2 (aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tapi tercium sedikit bau amoniak), dan 1 (aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu tapi cukup terasa bau lain yang bukan khas tempe)

\*\*\*) Nilai tekstur: 3 (kompak, jika ditekan atau diiris, tidak ada bagian yang terlepas, serta irisan tidak mudah putus jika diberi tarikan atau rontok jika diberi tekanan), 2 (kompak jika ditekan dan diiris, tidak ada bagian yang terlepas, tapi irisan akan putus jika diberi tarikan ringan atau rontok jika diberi tekanan), dan 1 (tidak kompak, jika ditekan atau diiris, ada bagian yang terlepas)

\*\*\*\*) Nilai warna: 3 (putih merata, dan miselium tumbuh merata diseluruh permukaan tempe), 2 (putih merata, tapi tampak ada bagian permukaan yang pertumbuhan miseliumnya tidak sama dengan permukaan lainnya, dan 1 (putih tidak merata).

Tempe mentah juga dinilai oleh panelis dengan cara mencicipinya untuk merasakan aroma, rasa dan tekstur ketika tempe dikunyah di dalam mulut. Semua tempe mempunyai aroma khas tempe, dan aroma bumbu (untuk tempe yang ditambah dengan bumbu inti cabe), rasa khas tempe dan rasa khas bumbu (untuk tempe yang ditambah dengan bumbu inti cabe). Penambahan bumbu inti cabe ini tidak mempengaruhi tekstur tempe. Ketika dikunyah di mulut, butiran kedelai tidak terlepas satu sama lain, tapi terasa sebagai satu kesatuan. Semua panelis memberikan nilai maksimum (nilai 3) untuk semua tempe hasil perlakuan. Hal ini menjadi indikasi bahwa penambahan bumbu inti cabe tidak menyebabkan berpengaruh terhadap hasil metabolit mikroba selama fermentasi tempe.

Tabel 3. Nilai sensoris aroma, rasa dan tekstur tempe mentah untuk masing-masing perlakuan yang diberikan oleh penulis setelah mencicipinya

Perlakuan*	Aroma*	Rasa**	Tekstur**
A	3	3	3
B	3	3	3
C	3	3	3
D	3	3	3
E	3	3	3

\*) Perlakuan A = tanpa penambahan bubuk inti cabai, Perlakuan B = Penambahan bubuk inti cabai 1%, Perlakuan C = Penambahan bubuk inti cabai 2%, Perlakuan D = Penambahan bubuk inti cabai 3%, perlakuan E = Penambahan bubuk inti cabai 4%

\*) Nilai aroma: 3 (aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tanpa terasa bau lainnya), 2 (aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu, tapi terasa sedikit aroma lain), dan 1 (Aroma khas tempe dengan atau tanpa aroma bumbu tapi cukup terasa aroma lain)

\*\*\*) Nilai tekstur: 3 (kompak, jika dikunyah, tidak ada kesan butiran tempe yang terlepas bebas), 2 (kompak, jika dikunyah, maka ada sedikit kesan butiran kedelai terlepas), dan 1 (tidak/kurang kompak, jika dikunyah, ada butiran kedelai yang terlepas)

\*\*\*\*) Nilai rasa: 3 (rasa khas tempe, tidak ada rasa lain, kecuali rasa khas bumbu), 2 (khas tempe, tapi ada sedikit rasa lain, kecuali rasa bumbu), dan 1 (khas tempe, tapi ada rasa lain yang kentara yang tidak diinginkan atau tidak dikenali, kecuali rasa bumbu).

Penilaian panelis setelah mencicipi masing-masing tempe yang telah digoreng dapat dilihat pada Tabel 4. Panelis menyukai, baik tempe tanpa penambahan bumbu inti cabe, maupun tempe yang ditambah bumbu inti cabe sampai konsentrasi 3%. Pada penambahan 4%, nilai kesukaan cenderung menurun walaupun secara statistik tidak nyata penurunannya. Secara umum, tempe yang dibuat dengan penambahan bumbu inti cabe tidak lebih disukai oleh panelis dibanding tempe yang tanpa perlakuan penambahan bumbu inti cabe.

Tabel 4. Kesukaan terhadap tempe yang sudah digoreng berdasarkan perlakuan

Perlakuan*	Kesukaan Terhadap:			
	Aroma	Rasa	Tekstur	Warna
A	3,6	3,5	3,6	3,6
B	3,6	3,5	3,6	3,5
C	3,5	3,5	3,5	3,4
D	3,5	3,6	3,6	3,4
E	3,3	3,3	3,5	3,3

\*) Perlakuan penambahan bumbu inti cabe A: 0%, B: 1%, C:2%, D:3% dan E:4%

\*\*\*) Nilai 1: tidak suka, 2: agak suka, 3: biasa, 4: suka, dan 5: sangat suka

## KESIMPULAN

Perlakuan penambahan bumbu inti cabai bubuk pada kedelai yang difermentasi berpengaruh terhadap kadar air dan kadar protein tempe yang dihasilkan. Walaupun demikian, penambahan bumbu inti cabe sampai 4% (b/b) tidak menyebabkan kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar serat tidak memenuhi syarat mutu SNI-3144:2015 untuk tempe.

Semua perlakuan penambahan bumbu inti cabe menghasilkan tempe yang memenuhi SNI-3144:2015 untuk syarat sifat sensoris aroma, tekstur dan warna dengan nilai maksimal (nilai 3). Hal ini adalah indikasi bahwa pertumbuhan miselia kapang pada tempe tidak terpengaruhi oleh senyawa aktif yang terkandung pada bumbu inti cabe, Pada tempe mentah tidak tercium adanya aroma menyimpang, tekstur kompak, dan lapisan miselium yang putih menutupi seluruh permukaan tempe. Hasil pencicipan tempe mentah oleh penulis terlatih juga menunjukkan tidak adanya aroma dan rasa yang tidak diinginkan, serta butiran tempe terhubung dengan kokoh sehingga tidak ada butiran kedelai yang terlepas satu sama lain ketika tempe dikunyah. Panelis setengah terlatih memberikan nilai suka (nilai rata-rata 3,5 atau lebih) untuk semua tempe yang telah digoreng yang dibuat dengan perlakuan penambahan bumbu inti cabe sampai 3%. Pada penambahan 4%, nilai kesukaan panelis terhadap aroma, rasa, tekstur dan warna cenderung menurun (nilai rata-rata sedikit di bawah 3,5). Walaupun demikian, hasil penelitian hanya memberi kepastian bahwa penambahan bumbu inti cabe sampai 4% tidak menurunkan mutu sensori tempe mentah, tapi tidak terbukti bahwa tempe yang ditambah bumbu inti cabe menjadi lebih disukai oleh panelis setelah digoreng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, M. 2017. Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan. IPB Press. Bogor
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Standar Mutu Tempe Kedelai SNI 01-3144-2015.
- Ferlina, F. 2009. Tempe. <http://www.adln.lib.unair.ac.id/go.php>. (Diakses pada tanggal 2 Mei 2019).
- Gorinstein, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Jastrzebski, Z., Najman, K., Tashma, et al. (2010). The influence of raw and processed galic and onions on plasma classical and non-classical atherosclerosis indices: Investigations in vitro and in vivo. *Phytother. Res.*, 24(5), 706-714
- Hasbullah. 2020. Metode pengujian sensori untuk pangan. Fateta. Unand
- Hasrayanti. 2013. Studi pembuatan bumbu inti cabe (*Capsicum sp*) dalam bentuk bubuk. *Prodi ITP Jur. Teknologi Pertanian Faperta Unhas*.
- Levita, J., Simanjuntak, N. and Subarnas, A. (2019) 'Review: Biopiperin Terinklusi Dan Aktivitas Antiinflamasi Piperin', *JSTFI*, 8(1), pp. 9–15.
- Rahayu, WP. 2000. Aktivitas antimikroba bumbu masakan tradisional hasil olahan industri terhadap bakteri patogen dan perusak. *Buletin Teknologi & Industri Pangan* [37]
- Rahmi, SL, Mursyid, dan D. Wulansari. 2018. Formulasi Tempe Berbumbu serta Pengujian Kandungan Gizi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri Volume 7 Nomor 1* : 57-65 (2018)
- Rao, K., Bhuvanewari, Narasu, L.M., and Giri, A. 2010. Antibacterial Activity of Alpina galangal (L) Willd Crude Extracts. *Appl. Biochem Biotechnol.* 162 : 871-884
- Salima, J. 2015. Antibacterial activity of garlic (*Allium sativum L.*). *J. Majority.* Vol. 4(2):30–3

## SIFAT KIMIA IKAN TUNA TERKEMAS KERTAS ECENG GONDOK TERFORTIFIKASI FILTRAT KAYU MANIS

Titisari Juwitaningtyas<sup>1\*</sup>, Ella Prasetya Ningrum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan,  
Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

\*Email: titisari.juwitaningtyas@tp.uad.ac.id

### ABSTRAK

Ikan tuna termasuk bahan pangan yang mudah rusak secara fisik dan kimia. Dibutuhkan upaya penanganan salah satunya dengan pengemas aktif sehingga dapat mempertahankan mutu bahan pangan karena adanya senyawa aktif di dalamnya. Filtrat kayu manis sebagai senyawa aktif berpotensi mencegah oksidasi agar kualitas daging ikan tuna tetap terjaga, salah satunya parameter Total Volatile Base Nitrogen (TVBN) dan Asam Lemak Bebas (ALB). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kadar kayu manis dan lama penyimpanan terhadap nilai TVBN dan ALB ikan tuna. Kemasan aktif dibuat dari kertas eceng gondok dengan penambahan filtrat kayu manis. Filtrat tersebut dihasilkan dengan cara mencampurkan bubuk kayu manis dengan etanol 96% kemudian disimpan selama 4x24 jam pada suhu ruang kemudian disaring. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor yaitu kadar kayu manis dan lama penyimpanan. Kemasan aktif menggunakan variasi filtrat kayu manis 0%, 20%, 40%, 60% dan lama penyimpanan 0, 2, 4, 6 hari, Sampel disimpan pada suhu 4-5°C. Data hasil pengujian dianalisis statistik menggunakan ANOVA dengan taraf signifikansi 0,5% dan Uji Tukey. Nilai ALB diperoleh 0,3-1,49% dan TVBN diperoleh 14,490-31,653 mg/100 g. Hasil analisis statistik menunjukkan kadar kayu manis dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap nilai ALB dan TVBN pada ikan tuna.

**Kata kunci:** ALB; eceng gondok; kayu manis; kemasan aktif; TVBN.

### ABSTRACT

*Tuna is a food that is easily damaged physically and chemically. Efforts are needed to handle one of them with active packaging so that it can maintain the quality of food ingredients because of the presence of active compounds in it. Cinnamon filtrate as an active compound has the potential to prevent oxidation so that the quality of tuna meat is maintained, one of which is the Total Volatile Base Nitrogen (TVBN) and Free Fatty Acid (FFA) parameters. The purpose of this study was to determine the effect of cinnamon content and storage time on TVBN and FFA values of tuna. The active pack is made from water hyacinth paper with the addition of cinnamon filtrate. The filtrate was produced by mixing cinnamon powder with 96% ethanol then stored for 4x24 hours at room temperature then filtered. This study used a completely randomized design (CRD) with 2 factors, namely cinnamon content and storage time. Active packaging uses variations of cinnamon filtrate 0%, 20%, 40%, 60% and storage time of 0, 2, 4, 6 days. Samples are stored at 4-5°C. The test results data were analyzed statistically using ANOVA with a significance level of 0.5%. and the Tukey Test. The ALB value was 0.3-1.49% and the TVBN was 14.490-31.653 mg/100 g. The results of statistical analysis showed that cinnamon content and storage time had an effect on FFA and TVBN values in tuna.*

**Keywords:** FFA; water hyacinth; cinnamon; active packaging; TVBN.

## PENDAHULUAN

1. Ikan tuna (*Thunnus sp*) mempunyai kandungan gizi yang tinggi terutama protein, vitamin, mineral dan kandungan kolesterol yang rendah. Fillet ikan tuna salah satu produk perikanan yang sering dijumpai di pasaran. fillet memiliki beberapa keuntungan sebagai bahan baku olahan, antara lain daging ikan tuna bebas duri dan tulang sehingga memudahkan penanganan selanjutnya. Fillet adalah irisan daging ikan tanpa tulang yang merupakan bahan setengah jadi dari daging ikan yang nantinya diolah menjadi makanan lain (Ngaliman dkk., 2018). Namun, ikan tuna mudah rusak secara fisik dan kimiawi (Rahmadana, 2013). Ikan tuna mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi sebesar 30,34%, sehingga rentan mengalami kemunduran mutu karena mudah teroksidasi (Suseno dkk., 2014). Dibandingkan ikan tenggiri dan tongkol yang hanya memiliki kadar asam lemak tak jenuh 5,92% dan 4,60% (Pratama dkk., 2011). Asam lemak tersebut mudah teroksidasi oleh faktor pemercepat oksidasi yakni oksigen, cahaya, panas, dan kandungan logam dan lain sebagainya (Siska dkk., 2022). Upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi penurunan kualitas adalah penggunaan kemasan.
2. Kemasan memegang peranan penting untuk pengawetan bahan pangan. Menurut Mufreni (2016), kemasan adalah salah satu kunci untuk menjaga kualitas produk. Kemasan dapat dikembangkan menjadi kemasan aktif untuk meningkatkan umur simpan serta meningkatkan nilai jual. Menurut Nurdiani dkk. (2020) kemasan aktif adalah suatu konsep kemasan inovatif untuk menjaga mutu dan memperpanjang masa simpan produk, bahan aktif yang ditambahkan dapat berinteraksi dengan produk dan lingkungan. Salah satu kemasan aktif adalah kertas aktif. Kertas memiliki potensi sebagai pengemas aktif karena memiliki struktur berpori, sehingga senyawa antioksidan yang terserap di pori-pori dapat menjaga kualitas bahan pangan yang dikemas. Senyawa antioksidan pada kemasan berdifusi ke bahan pangan dan proses ini dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan yang dikemas (Zahroh dkk., 2016).
3. Menurut penelitian Safitri dkk. (2016) kayu manis dapat menurunkan potensi oksidasi pada produk yang dibungkus. Pada penelitian Setyowati dkk. (2019) penambahan minyak kayu manis dapat menjadi senyawa aktif antioksidan pada kertas alami dari kulit pisang. Kertas yang terbuat dari serat alami lebih ramah lingkungan dan potensi bahan baku melimpah seperti eceng gondok sehingga dapat berkelanjutan. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki struktur kristalin dan amorf serta bersifat *hydrophilic* dan *biodegradability* (Harya, 2012). Komponen serat yang terdapat pada eceng gondok terdiri dari 72,63% selulosa, 8% hemiselulosad 17% lignin (Abdel-Fattah & Abdel-Naby, 2012). Sedangkan pada penelitian Verma dkk. (2013) bahan lain yang dapat digunakan untuk pembuatan kertas yaitu sabut kelapa dan kulit kacang, namun hanya memiliki selulosa 43,44% dan 40,5%. Oleh sebab itu eceng gondok lebih berpotensi untuk dijadikan kertas karena memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi.
3. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat oksidasi dengan cara menangkal radikal bebas serta melindungi produk pangan terhadap kerusakan. Kayu manis berpotensi dalam menghasilkan komponen aktif, seperti sinamaldehyd, eugeno, dan flavonoid yang dapat menghambat oksidasi. Kandungan senyawa sinamaldehyd dalam kayu manis bisa mencapai 51-76% (Wasia dkk., 2017). Sinamaldehyd dapat mempengaruhi lapisan lipid bilayer membrane sel dan menyebabkan kebocoran isi sel vital sehingga menurunkan

aktivitas enzim pada ikan tuna (Puspita dkk., 2014). Penambahan senyawa aktif pada kertas perlu diuji efektivitas dan kinerjanya. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini yaitu pengujian sifat kimia pada ikan tuna yang dikemas menggunakan kemasan aktif berbasis eceng gondok dengan filtrat kayu manis menggunakan parameter nilai Asam Lemak Bebas (ALB) dan Total Volatile Base Nitrogen (TVBN).

## **METODE PENELITIAN**

### **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan variasi lama penyimpanan dan kadar kayu manis. Sampel pada penelitian ini yaitu ikan tuna yang dibungkus dengan kemasan kertas aktif. Sampel disimpan selama 0, 2, 4, 6, hari pada suhu  $\pm 5^{\circ}$  C. Sedangkan kertas berbahan eceng gondok ditambahkan filtrat kayu manis dengan konsentrasi 0%, 20%, 40%, 60% dengan cara diteteskan lalu digunakan untuk membungkus daging ikan tuna. Sampel diuji menggunakan parameter Total Volatile Base Nitrogen (TVBN) dan Asam Lemak Bebas (ALB). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan sehingga didapatkan 16 sampel uji.

### **Pembuatan Filtrat Kayu Manis**

Kayu manis dihaluskan menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Selanjutnya ditimbang sebanyak 20, 40, 60 g kemudian dimasukkan ke dalam botol gelap lalu ditambahkan etanol 96% hingga 100 ml, larutan tersebut dimaserasi selama 4x24 jam pada suhu ruang. Etanol digunakan karena memiliki titik didih cukup rendah sehingga mudah diuapkan (Rahma, 2019). Larutan tersebut disimpan pada ruang dengan sedikit pencahayaan kemudian digojog setiap 6 jam sekali, agar bahan dapat berbaur mejadi satu. Rendaman disaring menggunakan kertas saring halus dan filtrat yang diperoleh kemudian disimpan. Filtrat dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% (b/v) tersebut digunakan sebagai tambahan dalam pembuatan kertas aktif. Pembuatan filtrat kayu manis ini berdasarkan penelitian Karyantina dkk. (2021) dengan modifikasi volume pelarut yang digunakan selama proses pengerjaan.

### **Pembuatan Kertas Eceng Gondok**

Pembuatan kertas eceng gondok dilakukan secara kimia, sebab menggunakan bahan kimia sebagai bahan utama untuk melarutkan komponen yang tidak diinginkan. Proses ini termasuk proses alkali dan NaOH sebagai bahan baku yang berfungsi melarutkan lignin sehingga selulosa terlepas dari ikatannya. Tahap pembuatan kertas eceng gondok ini mengacu pada penelitian Nata dkk. (2013) dengan modifikasi. Langkah pertama eceng Gondok kering dipotong  $\pm 2$  cm, kemudian sebanyak 25 g eceng gondok dicampur dengan larutan NaOH 5 % (w/v) sebanyak 600 ml. Kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* selama 60 menit dengan suhu  $60^{\circ}$ C. Setelah proses pencampuran selesai, selanjutnya eceng gondok dicuci menggunakan air mengalir agar terpisah dari larutan NaOH, kemudian disaring. Eceng gondok yang sudah bersih ditambahkan sedikit air lalu digiling menggunakan blender hingga menjadi *pulp*. *Pulp* dituangkan pada *screen* dengan ukuran 25x15 cm sambil diratakan, selanjutnya *screen* diangkat untuk menyaring air pada *pulp*. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* suhu  $50-60^{\circ}$ C selama 6-7 jam. Jika sudah kering, kertas dikeluarkan dari *screen*. Menurut Saputri (2016) kondisi pemasakan terbaik adalah pada konsentrasi NaOH 5%, temperatur pemasakan  $100^{\circ}$ C dan waktu pemasakan 60 menit.

### **Pembuatan Kertas Aktif**

Pembuatan kertas aktif dilakukan menurut penelitian Hasbullah dkk. (2021) dengan modifikasi. Larutan aktif dari filtrat kayu manis yang telah dibuat dengan konsentrasi 20%;40%;60% (b/v) kemudian diteteskan pada kertas eceng gondok ukuran 10x5 cm secara merata. Pengeringan kertas aktif menggunakan pengering cabinet dryer selama 5-10 menit pada suhu 50°C.

### **Total Volatile Base Nitrogen (TVBN)**

Sampel ikan tuna segar fillet dipotong masing-masing seberat 5 gram, kemudian dibungkus menggunakan kertas aktif eceng gondok. Sampel disimpan dengan suhu dingin 4-5°C selama penyimpanan 0, 2, 4, 6 hari. Pengujian dilakukan berdasarkan penelitian Apriyantono (1989).

### **Asam Lemak Bebas (ALB)**

Pengujian ALB menggunakan sampel ikan tuna segar fillet yang telah dipotong masing-masing seberat 2,5 gram. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 25 ml etanol 95% dan dipanaskan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 10 menit. Selanjutnya campuran tersebut ditetesi indikator fenolftalein (PP) sebanyak 2 ml. campuran tersebut dikocok dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai muncul warna merah muda (AOAC, 2005). Persentase ALB dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$ALB (\%) = \frac{(A \times N \times M)}{(\text{berat bahan} \times 1000)}$$

Keterangan:

A = Jumlah titrasi NaOH (ml)

N = Normalitas larutan NaOH 0,1 N

M = Bobot molekul asam lemak (asam oleat 256,4 g/mol)

### **Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan tuna segar fillet, kayu manis, eceng gondok kering, aquadest, NaOH 5%, NaOH 0,1 N, Indikator PP, asam oksalat, Etanol 95%, Etanol 96%, HCl 0,02 N, TCA 5%, NaOH-Tio (NaOH 40% + Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 5%, Indikator Mr. BCG, aluminium foil, tisu, kertas saring.

### **Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, gunting, timbangan analitik (Ohaus), timbangan digital, loyang besi, grinder, saringan stainless steel 60 mesh, saringan halus, baskom, sendok stainless steel, botol kaca, blender (philips), thinwall kotak, gelas ukur 25 ml (Iwaki), gelas beaker 1000 ml (Iwaki), erlenmeyer 100 ml (iwaki), labu ukur 100 ml (iwaki), spatula, corong, propipet pamp glasfim merah, propipet pamp glasfim hijau, pipet ukur 10 ml (Iwaki), pipet ukur 5 ml (Iwaki), pipet ukur 2 ml (Iwaki), pipet ukur 1 ml (Iwaki), pipet tetes, buret 50 ml (iwaki), statif, gelas arloji (pyrex), lumpang porcelain, stopwatch, centrifuge, alat destilasi protein, kulkas (sharp), thermometer OEM, hot plate stirrer (Thermos scientific Cimarec), screen sablon, cabinet dryer, MIT Folding Endurance Tester, mikrometer secrup, Tearing Tester.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Asam Lemak Bebas

ALB merupakan asam lemak bebas yang terbagi menjadi dua golongan yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tersebut dapat terbentuk dikarenakan adanya proses oksidasi dan hidrolisis enzim selama pengolahan (Irwan dan Alam, 2019). Pengujian dilakukan dengan metode titrasi asam basa NaOH, bahwa hasil pengujian menunjukkan besarnya hidrolisis yang terjadi pada ikan tuna. Perhitungan asam lemak bebas berdasarkan tercapainya titik ekuivalen gugus OH<sup>-</sup> pada basa yang digunakan untuk menetralkan H<sup>+</sup> dalam asam lemak bebas. Pengujian mencapai pada titik seimbang ditandai dengan perubahan warna sampel menjadi merah muda (Amin dkk., 2019).

Tabel 1. Asam Lemak Bebas (ALB) Ikan Tuna

Penyimpanan (Hari)	Ekstrak kayu manis (%)			
	0	20	40	60
0	1,491 ± 0,099 <sup>3a</sup>	1,392 ± 0,172 <sup>23a</sup>	1,459 ± 0,571 <sup>2a</sup>	1,293 ± 0,1 <sup>1a</sup>
2	1,363 ± 0,168 <sup>3b</sup>	1,331 ± 0,560 <sup>23b</sup>	1,201 ± 0,056 <sup>2b</sup>	1,039 ± 0,056 <sup>1b</sup>
4	0,862 ± 0,0571 <sup>3c</sup>	0,762 ± 0,057 <sup>23c</sup>	0,722 ± 0,056 <sup>2c</sup>	0,623 ± 0,056 <sup>1c</sup>
6	0,519 ± 0,112 <sup>3d</sup>	0,454 ± 0,056 <sup>23d</sup>	0,444 ± 0,059 <sup>2d</sup>	0,307 ± 0,102 <sup>1d</sup>

Keterangan:

- Huruf menyatakan lama penyimpanan dan angka menyatakan kadar kayu manis
- Huruf dan angka *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata ( $p < 0,05$ )
- Huruf dan angka *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan sampel tidak berbeda nyata

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 4.2. dengan faktor kadar kayu manis dan penyimpanan selama 0, 2, 4, 6 hari pada suhu dingin sekitar 4°C, menunjukkan bahwa sampel dengan perlakuan penyimpanan 0 hari serta kadar kayu manis 0% memiliki nilai asam lemak bebas tertinggi yaitu 1,49%. Sedangkan sampel yang menunjukkan asam lemak bebas terendah yaitu penambahan kadar kayu manis 60% serta 6 hari penyimpanan, dengan nilai 0,3%.

Berdasarkan analisis *two way annova*, kadar kayu manis dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap parameter ALB yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi  $< 0,05$ . Sedangkan hubungan antar faktor kadar kayu manis dan lama penyimpanan tidak berpengaruh signifikan terhadap uji ALB dengan hasil signifikansi 0,727 ( $> 0,05$ ). Hasil ALB ditunjukkan pada penelitian Josef dkk. (2019) dengan perlakuan sampel ikan cakalang yang diberi ekstrak air jahe dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30% kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan disimpan pada suhu 5°C selama 0, 2, 4 hari. Diperoleh nilai ALB pada sampel tersebut yaitu 0,51-1,10%. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian ini dengan nilai terendah yang diperoleh yaitu 0,3-1,49% dengan perlakuan penyimpanan hingga 6 hari. Hal tersebut sesuai oleh penelitian Ahmadi (2018) bahwa penambahan senyawa antioksidan mampu menurunkan nilai asam lemak bebas pada ikan. Berdasarkan *International Fishmeal and Oil Manufactured Assosiation* (IFOMA, 1998) nilai asam lemak bebas yang diperoleh masih dalam batas aman yaitu 1-7%. Kemunduran mutu ikan tuna secara kimia dapat

dilakukan dengan penguraian protein dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino dan asam lemak. Peningkatan ALB dapat dipercepat dengan adanya basa, asam, dan enzim. Enzim yang berperan yaitu enzim proteolysis (pengurai protein) dan enzim liposis (pengurai lemak). Hal tersebut juga berbanding lurus dengan waktu penyimpanan. Oksidasi lemak merupakan mekanisme terpenting yang menyebabkan makanan cepat busuk yang berakibat pada penurunan masa simpan karena adanya perubahan rasa dan/atau bau, penurunan tekstur, dan kualitas gizi. Lemak yang terdapat pada daging ikan mengalami proses lipolisis oleh enzim lipase sehingga mengalami oksidasi menghasilkan peroksida-peroksida. Keton dan aldehyd yang menyebabkan bau tengik (Rahmadana, 2013).

Oksidasi bahan pangan dapat dihindari dengan penggunaan kemasan aktif. Penggunaan senyawa aktif pada kertas yang semakin tinggi dapat menurunkan asam lemak bebas. Menurut Tomagola (2016) penambahan filtrat kayu manis mempengaruhi kualitas asam lemak bebas, hal ini dikarenakan hydrogen peroksida yang terbentuk pada tahap propagaransi tidak dapat bereaksi dengan ikatan rangkap asam lemak tak jenuh. Senyawa aktif pada filtrat kayu manis berperan sebagai antioksidan yang dapat memecah rantai oksidatif dengan cara bereaksi dengan radikal bebas. Arista dkk. (2021) juga menambahkan pembentukan asam lemak bebas yang semakin rendah disebabkan oleh adanya aktivitas senyawa sinamaldehyd pada filtrat kayu manis yang berperan sebagai pencegah terjadinya oksidasi lemak berlebih. Senyawa tersebut dapat menangkap radikal bebas melalui reaksinya dengan gugus OH.

Tingkat kerusakan yang terjadi pada penelitian ini yaitu lemak meningkat pada masa penyimpanan yang pendek dengan perlakuan tanpa kemasan aktif. Lemak yang mengandung asam tidak jenuh cenderung untuk mengalami oksidasi sedangkan yang mengandung lebih banyak asam lemak jenuh lebih mudah terhidrolisis. Selama penyimpanan, akan terjadi perubahan flavor disertai dengan terbentuknya komponen-komponen yang tidak diinginkan dan ditandai dengan timbulnya bau tengik, selain itu juga dipengaruhi keadaan lingkungan penyimpanan seperti RH (kelembaban udara) ruang penyimpanan dan suhu. Nurkhasnawati dkk. (2015) menambahkan bahwa asam lemak bebas terbentuk karena proses oksidasi dan hidrolisis enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Kerusakan ALB akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan.

### Total Volatile Base Nitrogen (TVBN)

Pengujian TVBN merupakan metode pengukuran untuk menentukan kesegaran ikan yang didasarkan pada akumulasi senyawa-senyawa basa seperti amonia (NH<sub>3</sub>) dan senyawa volatil lainnya yang mudah menguap. Komponen basa volatil pada ikan, terakumulasi pada daging sesaat setelah mati (Jinadasa, 2014). Berbagai macam senyawa yang terakumulasi tersebut dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesegaran ikan. Berikut data hasil TVBN ika tuna

Tabel 2. Hasil TVBN Ikan Tuna

Penyimpanan (Hari)	Ekstrak kayu manis (%)			
	0	20	40	60
0	20,666 ± 0,943 <sup>3a</sup>	18,400 ± 0,966 <sup>2a</sup>	16,759 ± 1,194 <sup>2a</sup>	14,490 ± 1,013 <sup>1a</sup>
2	27,129 ± 1,349 <sup>3b</sup>	24,424 ± 1,343 <sup>2b</sup>	23,254 ± 1,549 <sup>2b</sup>	20,192 ± 1,356 <sup>1b</sup>
4	26,528 ± 1,871 <sup>3b</sup>	22,413 ± 1,743 <sup>2b</sup>	20,821 ± 1,247 <sup>2b</sup>	18,736 ± 1,415 <sup>1b</sup>
6	31,653 ± 0,982 <sup>3c</sup>	31,258 ± 1,232 <sup>2c</sup>	28,588 ± 1,233 <sup>2c</sup>	27,233 ± 1,713 <sup>1c</sup>

Keterangan:

- Huruf menyatakan lama penyimpanan dan angka menyatakan kadar kayu manis
- Huruf dan angka *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata ( $p < 0,05$ )
- Huruf dan angka *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan sampel tidak berbeda nyata

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 4.3. dengan faktor kadar kayu manis dan penyimpanan selama 0, 2, 4, 6 hari pada suhu dingin sekitar 4°C. Nilai TVBN tertinggi yaitu 31,653 mg/100 g, dengan perlakuan penyimpanan 6 hari serta kadar kayu manis 0%. Sedangkan sampel yang menunjukkan nilai TVBN yang terendah dengan nilai 14,490 mg/100 g, dengan penambahan kadar kayu manis 60% serta 0 hari penyimpanan. Hal tersebut menunjukkan semakin tinggi kadar kayu manis maka semakin rendah basa volatil yang terdapat pada ikan tuna. Begitu juga sebaliknya jika semakin rendah kadar kayu manis maka semakin tinggi kandungan basa volatil dalam ikan tuna.

Berdasarkan analisis *two way* ANOVA, kadar kayu manis dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap pengujian TVBN yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$ . Sedangkan hubungan antar faktor kadar kayu manis dan hari penyimpanan tidak berpengaruh terhadap parameter TVBN dengan hasil signifikansi 0,952 ( $> 0,05$ ). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wally dkk. (2015) menunjukkan bahwa nilai TVBN Ikan Cakalang tanpa pengawet pada penyimpanan suhu dingin 4°C selama 4 hari diperoleh nilai 28 mg/100 g. Hasil tersebut lebih tinggi dari pada hasil TVBN pada penelitian ini. Hasil nilai TVBN tersebut masih tergolong aman dikonsumsi karena sesuai dengan SNI 2354.8:2009 untuk ikan segar layak konsumsi yaitu dengan nilai TVBN sebesar 20-30 mg N/100 g. Berdasarkan penelitian Samputri (2018) hasil uji TVBN pada ikan yang disimpan pada suhu dingin tidak selalu konsisten karena hilangnya amina volatile dari ikan tersebut. Nilai TVBN meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan (Qotimah dkk., 2022). Menurut Ariswati dkk., (2016) nilai TVBN dapat digunakan sebagai salah satu indikator penentu penurunan mutu ikan segar. Proses penurunan mutu diikuti dengan peningkatan jumlah basa volatil yang menguap. Arista dkk. (2021) menambahkan bahwa pembentukan senyawa volatil mengakibatkan timbulnya bau yang terdapat pada ikan tuna yang telah mengalami proses penurunan mutu atau kebusukan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nurilmala dkk. (2019) bahwa peningkatan kandungan TVBN selama penyimpanan disebabkan karena adanya proses degradasi protein sehingga terjadi pemecahan protein lebih lanjut pada daging ikan yang akan menghasilkan senyawa-senyawa volatil mengandung basa nitrogen diantaranya seperti mono-, di-, trimetilan, ammonia, dan sebagainya.

Pengawetan yang dapat dilakukan yaitu menggunakan kertas aktif dengan penambahan filtrat kayu manis dan penyimpanan suhu dingin. Penggunaan filtrat kayu manis dengan kadar yang tinggi dapat menurunkan kandungan TVBN yang terbentuk. Adanya aktivitas senyawa flavonoid pada kayu manis berperan sebagai antioksidan seperti sinamaldehyd. Sinamaldehyd dapat berikatan dengan protein membentuk ikatan kompleks yang stabil, sehingga dapat menghambat kerja enzim protease (Zega dkk., 2017). Selain itu sebagai zat antibakteri pada bagian membran sitoplasma sehingga mempengaruhi keutuhan dari membran. Kerusakan akibat dari permeabilitas sel dapat menyebabkan timbulnya kebocoran elektrolit, asam nukleat, dan protein yang selanjutnya mengakibatkan kematian sel pada bakteri (Zhang dkk.,

2016). Selain itu, suhu dingin juga mampu menjaga kualitas daging ikan. Kondisi suhu rendah mampu menghambat proses biokimia yang berlangsung pada daging ikan yang mengarah pada kemunduran mutu (Zega dkk., 2017).

## KESIMPULAN

Kadar Asam lemak bebas ikan tuna yang diperoleh yaitu 0,307-1,491%, sedangkan nilai TVBN diperoleh 14,490-31,653 mg/100 g. Kadar kayu manis dan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap ALB dan TVBN ikan tuna.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Ahmad Dahlan yang telah mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, A. F., & Abdel-Naby, M. A. (2012). Pretreatment and enzymic saccharification of water hyacinth cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 87(3), 2109–2113. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.033>
- Amin Dahlan; Haeruddin, Haeruddin, I. R. D. (2019). Pembuatan Komposit Magnesium Silika Jenis Forsterite (Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) Berbasis Silika Pasir Pantai Metode Sol-Gel Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Pendidikan Kimia* (Issue Vol 4, No 1 2019)
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Association of Official Analytical Chemist, Inc. Virginia.
- Apriyantono A. 1989. Analisis Pangan. Bogor (ID): Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Arista Yuvita Lira V., Yuli Witono, M. F. (2021). Karakteristik Organoleptik, Kimia, Dan Total Mikroba Pindang Ikan Tongkol Terawetkan Garam Dan Serbuk Biji Picung (*Pangium Edule Reinw*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Agroteknologi*, 15(02), 138–158.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2354.8:2009. Standar Penentuan Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) dan Trimetil Amin Nitrogen.
- Harya, R. D. P. (2012). Ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut. *Skripsi*. IPB
- Irwan, Nur Alam, A. (2019). Konsentrasi Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Minyak Kopra. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 4(1), 9–15.
- Karyantina, M., Suhartatik, N., & Prastomo, F. E. (2021). Potensi Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Sebagai Senyawa Antimikrobia Pada Edible Film Pati Sukun (*Artocarpus communis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 75. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i2.48363>
- Mufreni, A. (2016). Pengaruh Desain Produk, Bentuk Kemasan Dan Bahan Kemasan Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus Teh Hijau Serbuk Tocha). *Jurnal Ekonomi Manajemen*, 2(2), 48–54. <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jem>

- Ngaliman, Pakiding, F., & Silamba, I. (2018). Perencanaan Pengembangan Industri Skala Kecil Fillet Ikan Tuna (*Thunnus sp*) di Kabupaten Manokwari. *Agritechnology*, 1(2), 84. <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v1i2.21>
- Nurdiani, R., Jaziri, A. A., & Puspita, F. S. (2020). Karakteristik Kemasan Aktif dari Film Gelatin Ikan dengan Penambahan Ekstrak Daun Jeruju (*Acanthus ilicifolius*). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 15(1), 63. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v15i1.628>
- Nata, I. F., Niawati, H., & Muizliana, C. (2013). Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas: Isolasi Dan Karakterisasi. *Konversi*, 2(2), 9. <https://doi.org/10.20527/k.v2i2.75>
- Nurilmala, M., Asadatun Abdullah, Vicentius Marco Matutina, Nurjanah, Roza Yusfiandayani, M. F. A. S. dan H. H. H. (2019). Perubahan Kimia, Mikrobiologis Dan Karakteristik Gen Hdc Pengkode Histidin Dekarboksilase Pada Ikan Tongkol Abu-Abu *Thunnus Tonggol* Selama Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 285–296.
- Pratama, R., Awaluddin, M., & Ishmayana, S. (2011). Komposisi Asam Lemak Ikan Tongkol, Layur, Dan Tenggiri Dari Pameungpeuk, Garut. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 2(2), 244363.
- OMA. 1998. *International Fishmeal and Oil Manufacturers Association*. United Kingdom: Hertfordshire.
- Rahmadana. (2013). Aanalisa Masa Simpan Rendang Ikan Dalam Kemasan Vakum Selsma Penyimpanan Suhu Ruang Dan Dingin. [Skripsi]. Makassar, Indonesia: Universitas Hasanuddin, 52–59.
- Hasbullah, U. H. A., Afinda, S. F. P., & Nurlaili, E. P. (2021). Pengemas Kertas Aktif Dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale Rosc*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(2), 33–38. <https://doi.org/10.17728/jatp.5040>
- Jinadasa. (2014). Determination of Quality of Marine Fishes Based on Total Volatile Base Nitrogen test (TVB-N). *Nature and Science*, 12(5), 106–111.
- Josef, I. R., Kapahang, A., & Gumolung, D. (2019). Penghambatan Oksidasi Lipid Minyak Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Oleh Air Jahe (*Zingiber officinale var. rubrum*) Selama Penyimpanan Dingin. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 66. <https://doi.org/10.37033/fjc.v4i2.90>
- Puspita, Anggriani and , drg. Mahmud Kholifa, MDS and , drg. Nilasary Rochmanita S, Mds. (2014). Pengaruh Konsentrasi Filtrat Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Dalam Menurunkan Pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara in vitro. In *Skripsi*. IPB.
- Ramadhani, A. 2017. Analisis komponen kimia minyak atsiri kulit kayu manis. (*Cinnamomum burmannii*) serta uji aktivitas antioksidan dan aktibakteri. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Qotimah, K., Eko Nurcahya Dewi, S. S. (2022). Pengaruh Edible Coating Berbasis Gelatin-Alginat Terhadap Kemunduran Mutu Bakso Ikan Lele (*Clarias Sp.*) Pada Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 4(2).
- Rahmadana. (2013). Aanalisa Masa Simpan Rendang Ikan Dalam Kemasan Vakum Selsma

- Penyimpanan Suhu Ruang Dan Dingin. [Skripsi]. Makassar, Indonesia: Universitas Hasanuddin, 52–59.
- Safitri, I., Riza, M., & Syaubari, S. (2016). Mechanical Test of Biodegradable Plastic Made from Sago Starch and Grafting Poly(Nipam)-Chytosan with Additional Cinnamon Oil (*Cinnamomum burmannii*) As Antioxidant. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 107.
- Samputri, R. I. (2018). *Analisa Kadar Total Volatil Base (Tvb) Pada Ikan Tongkol (Euthynnus Affinis C) Dan Ikan Lele (Clarias) Dengan Metode Destilasi*. [Skripsi]. IPB
- Setyowati, W. A. E., VH, E. S., Alviah, I., & Wardani, M. K. (2019). Minyak Kayu Manis sebagai Agen Antibakteri pada Kertas Alami dari kulit Pisang (*Musa paradisiaca* Linn.). *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 4(1), 42–47.
- Siska, A. I., Sela, J. S., Agribisnis, P. S., Banyuwangi, P. N., Korespondensi, P., Flour, P. C., & Nuggets, T. (2022). Mutu Kimia Nugget Ikan Tuna (*Thunnus albacares*) Dengan Penambahan Tepung Kubis Ungu (*Brassica oleracea*). 8(2), 15–22.
- Suseno, S. H., Nurjanah, Jacob, A. M., & Saraswati. (2014). Purification of *Sardinella* sp., oil: Centrifugation and bentonite adsorbent. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 60–67. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.3031>
- Tomagola, N. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*) Untuk Mengatasi Ketengikan (Rancidity) Pada Minyak Goreng. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 1(2), 7. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v1i2.65>
- Wasia, N. H., Sudarma, I. M., Savalas, L. R. T., & Hakim, A. (2017). Isolasi Senyawa Sinamaldehyd Dari Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Dengan Metode Kromatografi Kolom. *Jurnal Pijar Mipa*, 12(2), 91–94. <https://doi.org/10.29303/jpm.v12i2.347>
- Zahroh, S. U., Utami, R., & Manuhara, G. J. (2016). Penggunaan Kertas Aktif Berbasis Oleoresin Ampas Jahe Emprit (*Zingiber officinale var. amarum*) Terhadap Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Selama Penyimpanan. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 31(1), 59. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v31i1.11946>
- Zega, O., Ace Baehaki, Herpandi. 2017. Pengaruh Ekstrak Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) terhadap Daya Simpan Fillet Ikan Patin (*Pangasius sp.*) yang Disimpan pada Suhu Dingin. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 6, No. 1: 69-79, Mei 2017.

## PEMANFAATAN *EDIBLE COATING* DARI KITOSAN CANGKANG KEONG MAS PADA DUKU SELAMA PENYIMPANAN

Maruli Sinamo<sup>1\*</sup>, Ika Gusriani<sup>1\*</sup>, Devi Silsia<sup>1</sup>, Syafnil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. WR Supratman  
Kandang Limun, Kecamatan Muarabangka Hulu, Kota Bengkulu, Bengkulu Indonesia 38371

\*Email : [ikagusriani@unib.ac.id](mailto:ikagusriani@unib.ac.id)

### ABSTRAK

Duku merupakan buah musiman Indonesia yang mudah mengalami kerusakan pada kulit ditandai dengan timbulnya warna kecokelatan beberapa hari setelah dipanen, sehingga diperlukan penanganan pascapanen yang tepat. Salah satu solusi mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memberikan lapisan yang mampu menghambat laju respirasi pada kulit buah duku seperti *edible coating*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kitosan yang berasal dari cangkang keong mas yang dimanfaatkan sebagai *edible coating* serta metode aplikasi *edible coating* yang tepat agar mampu mempertahankan kualitas duku selama penyimpanan. Rancangan yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari dua faktor yakni konsentrasi *edible coating* antara lain : 1%, 2%, 3% dan 4% sedangkan faktor kedua yakni metode aplikasi *edible coating* yakni pencelupan dan penyemprotan. Pengamatan pada duku dilakukan pada hari ke-0, 2, 4 dan 6. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan konsentrasi 4% dengan metode pencelupan menunjukkan masa simpan yang paling lama yakni 6 hari diperoleh kadar air 78,2%, nilai tekstur 9%, susut bobot 17,47%, vitamin C 23,32 mg/100g dan total asam 0,9%. Kitosan yang berasal dari cangkang keong mas bisa dimanfaatkan menjadi *edible coating* yang mampu menghambat kerusakan fisik dan kimia pada duku selama penyimpanan.

**Kata Kunci** : Cangkang Keong Mas; Duku; *Edible Coating*; Kitosan

### ABSTRACT

*Duku is a seasonal Indonesian fruit that is easily damaged on the skin, marked by the appearance of a brown colour after being harvested, so proper post-harvest handling is required. One alternative solution to overcome this problem is to provide a layer that can inhibit the respiration rate on Duku fruit skin, such as edible coatings. This study aims to determine the effect of chitosan derived from golden snail shells, which are used as edible coatings and the proper method of applying edible coatings to maintain the quality of duku during storage. The design used was a completely randomized design consisting of two factors; first was the concentration of edible coatings, including 1%, 2%, 3% and 4%. At the same time, the second was the application method of edible coatings, including dyeing and spraying. Observations on duku were carried out on days 0, 2, 4 and 6. Based on the results of the study, the 4% concentration treatment with the dyeing method showed the most extended shelf life of 6 days, obtained a moisture content of 78,2%, a texture value of 9%, shrinkage weight of 17,47%, vitamin C 23,32 mg/100g, and total acid 0,9%. Chitosan derived from golden snail shells can be used as an edible coating inhibiting physical and chemical damage to duku during storage.*

**Keywords**: *chitosan; duku; edible coating; golden snail shell*

## PENDAHULUAN

Duku merupakan buah musiman Indonesia yang mengalami kerusakan pada kulit ditandai dengan timbulkan warna kecokelatan setelah dipanen, sehingga diperlukan penanganan pascapanen yang tepat. Tarihoran dkk., (2023) menyampaikan bahwa duku merupakan buah dengan daya simpan yang rendah yakni kurang dari 4 hari setelah dipanen pada penyimpanan suhu ruang. Ditambahkan oleh Nur'aini & Apriyani (2015) bahwa salah satu permasalahan penanganan pasca panen duku yakni mudah rusaknya duku dengan terbentuk warna kecokelatan (*browning*) kulit buah pada waktu kurang dari 5 hari setelah dipanen. Alternatif solusi yang bisa ditawarkan agar dapat meningkatkan masa simpan sekaligus mengurangi kerusakan pascapanen yaitu dengan memperlambat laju respirasi diantaranya dengan memanfaatkan pelapisan (*coating*) pada permukaan buah dan sayur.

Pelapisan atau *coating* adalah suatu cara melapisi permukaan buah untuk mengurangi respirasi, kontak oksigen dan uap air, sehingga proses respirasi dapat diperlambat (Megasari & Mutia, 2019). Salah satu *coating* yang aman dikonsumsi bersama buah serta tidak mencemari lingkungan yakni *edible coating*.

*Edible coating* merupakan pengemasan yang banyak diaplikasikan pada produk hortikultura karena dapat mengantisipasi proses metabolisme dan kematangan buah setelah dipanen hingga dapat memperpanjang umur simpan buah selama penyimpanan (Nurlatifah dkk., 2017). Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai *coating* adalah kitosan (Megasari & Mutia, 2019).

Pelapisan menggunakan kitosan dapat mengontrol kerusakan, memperpanjang masa simpan dan menurunkan kecepatan respirasi (Megasari & Mutia, 2019). Kitosan digunakan secara luas karena banyak ditemui di lingkungan sekitar, dapat berasal dari limbah kulit udang, cangkang kerang dan kepiting serta cangkang keong (Rohim dkk., 2015). Keong mas sendiri merupakan hama pada tanaman padi dan menyerang mulai dari persemaian sampai tanaman sudah dipindahkan ke sawah (Lonta & Pinaria, 2020). Pemanfaatan kitosan dari keong mas merupakan salah satu solusi dalam mengatasi hama keong yang dapat diaplikasikan pada pembuatan *edible coating* buah duku. Tujuan penelitian ini yakni untuk menentukan pengaruh penggunaan kitosan cangkang keong mas sebagai *edible coating* dan metode aplikasi pada buah duku terhadap susut bobot, kadar air, warna dan tekstur serta vitamin C dan total asam buah duku selama penyimpanan.

## METODE PENELITIAN

Rancangan yang digunakan yakni Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama terdiri dari konsentrasi *edible coating* yaitu yaitu 1% (K1), 2% (K2), 3% (K3), dan 4% (K4). Faktor kedua adalah teknik pelapisan *edible coating* yaitu pencelupan/perendaman dan penyemprotan. Duku diamati pada hari ke-0, 2, 4, dan 6 penyimpanan. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan kitosan dari cangkang keong mas dan penggunaannya pada buah duku. Pembuatan *edible coating* pada berbagai konsentrasi kemudian buah duku dilapisi *edible coating* dengan teknik yaitu pencelupan dan penyemprotan.

1. Persiapan Bahan Baku dan Pembuatan Kitosan dari Cangkang Keong Mas (Kaewboonruang dkk., 2016). Keong mas direbus di air mendidih selama 20 menit sampai memungkinkan cangkang dan daging keong mas dapat dipisahkan. Cangkang keong mas kemudian dibersihkan dan dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 100 °C. Selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran sampai menjadi bubuk yang diayak menggunakan ayakan ukuran 50 mesh hingga menghasilkan bubuk cangkang keong

mas. Bubuk cangkang keong mas hasil pengayakan selanjutnya dihilangkan kandungan proteinnya (deproteinasi) (Harianingsih dkk., 2019), yang dilanjutkan proses deasetilasi dan demineralisasi.

2. Proses pembuatan *Edible Coating* dari cangkang Keong Mas (Rohim dkk., 2015) yang dimodifikasi *Edible coating* dihasilkan dengan melarutkan kitosan dengan variasi 1, 2, 3 dan 4 gr pada larutan asam asetat 2% hingga mencapai 100 ml. Buah duku selanjutnya dilapisi larutan *edible coating* dengan teknik pencelupan selama 2 menit dan teknik penyemprotan kemudian ditempatkan di atas nampan serta disimpan pada suhu ruang sesuai perlakuan. Pengamatan mutu fisik dan kimia pada hari ke-0 dilakukan setelah 2 jam dari pelapisan *edible coating*.
3. Parameter Pengamatan

Pada penelitian ini parameter pengamatan dapat berupa Derajat Deasetilasi, Mutu Fisik, Kadar Kimia (AOAC, 1995). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Varian*), selanjutnya menggunakan Uji DNMRT dengan taraf 5% bila berbeda nyata.

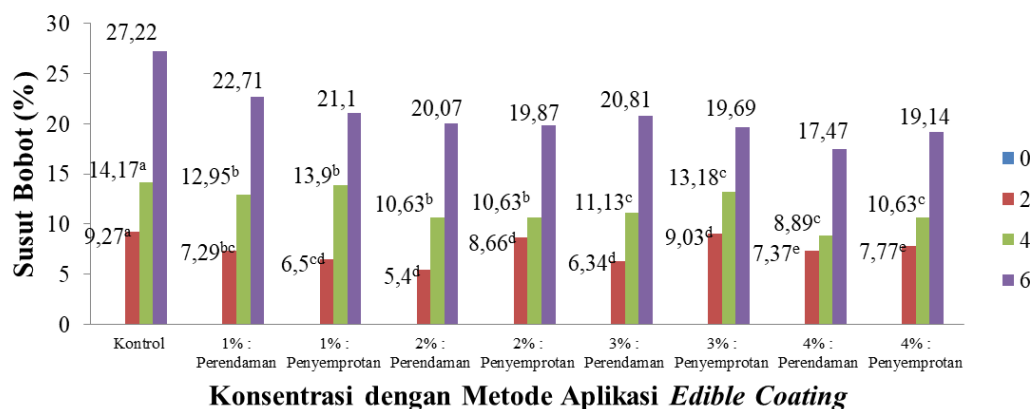
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kitosan

Kitosan dihasilkan dari cangkang keong mas yang diproses dengan tahapan deproteinasi kemudian demineralisasi dan terakhir deasetilasi. Karakteristik kitosan berupa karakter fisik kitosan dan derajat deasetilasi. Kitosan yang dihasilkan berupa bubuk berwarna putih susu memenuhi standar mutu dari segi bentuk yaitu berupa serpihan atau bubuk yang disaring menggunakan saringan 50 mesh. Derajat deasetilasi kitosan yang dihasilkan 91%. Derajat deasetilasi kitosan dari cangkang keong mas sudah sesuai dengan SNI 7949:2013 yaitu minimal 75%, oleh karena itu derajat deasetilasi kitosan yang digunakan sudah memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Ditambahkan oleh Sinardi dkk., (2013) Derajat Deasetilasi mencerminkan kemurnian kitosan, semakin tinggi derajat deasetilasi semakin murni pula kitosan yang dihasilkan.

### Pengamatan Mutu Fisik Duku selama Penyimpanan Susut Bobot

Susut bobot duku selama penyimpanan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Rata-rata nilai susut bobot duku selama penyimpanan serta uji lanjut menggunakan uji DMRT dengan taraf 5% dapat dilihat pada Gambar 1.



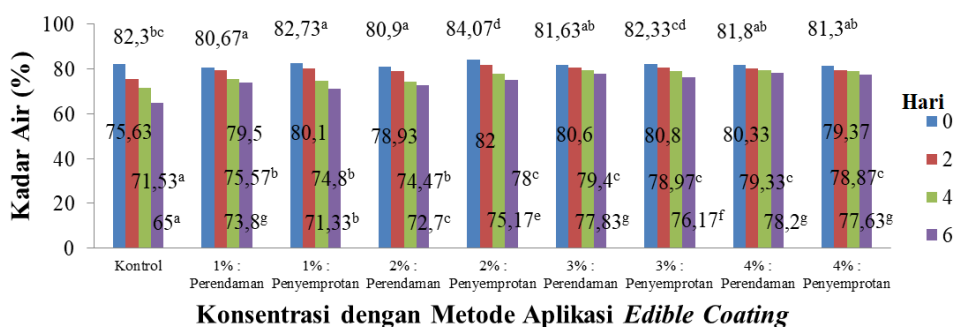
Gambar 1. Susut Bobot (%) Duku Selama Penyimpanan

Gambar di atas menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi *edible coating* dan metode aplikasi berpengaruh tidak nyata terhadap susut bobot pada pengamatan hari ke-6 dengan taraf signifikan 0,979 ( $>0,05$ ) namun berpengaruh nyata pada pengamatan hari ke-2 dan 4 dengan nilai signifikan 0,00 dan 0,00 ( $<0,05$ ). Metode aplikasi *edible coating* berpengaruh tidak nyata terhadap susut bobot duku dengan taraf signifikan 0,915 ( $>0,05$ ) pada hari ke-6 namun berpengaruh nyata di hari ke-2 dan 4 dengan nilai signifikan 0,00 dan 0,02 ( $<0,05$ ).

Semakin tinggi konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* maka semakin kecil penyusutan. Konsentrasi kitosan yang tinggi menyebabkan pori-pori buah duku tertutup sehingga air, gas, dan energi mengalami penguapan dikarenakan terjadinya proses respirasi. Permukaan buah menjadi kering dan kesegaran buah menjadi berkurang dikarenakan adanya proses respirasi yang terjadi menyebabkan kehilangan air akibat penguapan. Menurut Prasetyo & Laia (2018) Susut bobot yang meningkat disebabkan karena beberapa hal antara lain : proses respirasi, kehilangan gas  $CO_2$  menyebabkan buah mengalami kerusakan yang diakibatkan kehilangan air pada buah tanpa perlakuan, sehingga susut bobot semakin meningkat setiap hari. Selain itu Alexandra & Nurliana, (2014) menyatakan bahwa gas, air, dan energi panas yang diperoleh dari proses respirasi menguap mengakibatkan buah mengalami penyusutan berat. Metode perendaman memiliki *edible coating* dengan ketebalan yang lebih merata sebagai pelapis buah duku sehingga evaporasi pada buah dapat dicegah. Evaporasi disebabkan adanya perbedaan tekanan air di luar dan di dalam buah. uap air akan keluar dari buah yang menyebabkan ikatan sel menjadi longgar dan meningkatnya ruang udara seperti mengeriput dikarenakan tekanan air di dalam buah lebih tinggi dibandingkan di luar buah.

### Kadar Air

Selama proses penyimpanan, kadar air duku semakin berkurang seiring penyimpanan. Rata-rata kadar air (%) duku selama penyimpanan serta uji lanjut menggunakan Uji DMRT dengan taraf 5% dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar Air (%) Duku Selama Penyimpanan

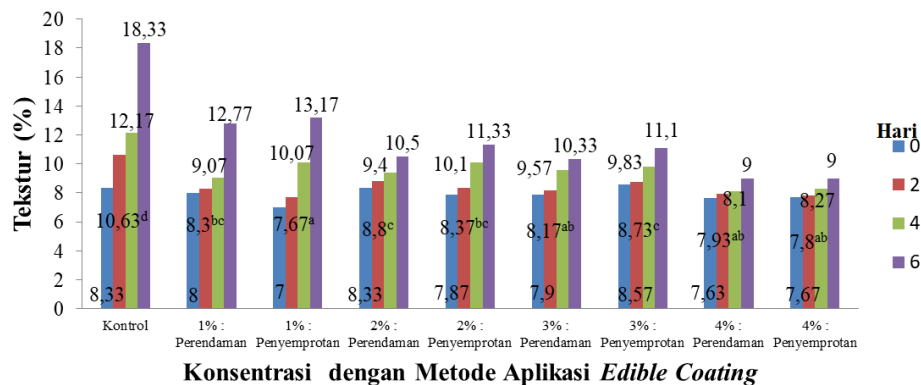
Duku pada penyimpanan hari ke-6 dengan penggunaan kitosan sebagai *edible coating* mampu mengurangi penurunan kadar air dibandingkan duku dengan perlakuan kontrol. Duku pada penyimpanan hari ke-6 dengan perlakuan kontrol memiliki kadar air sebesar 65%, lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan kitosan berbagai variasi konsentrasi.

Hasil uji ANOVA taraf 5% menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi *edible coating* dan metode aplikasi berpengaruh nyata terhadap kadar air duku pada pengamatan duku hari ke-0, 4, dan 6 namun tidak berpengaruh nyata pada pengamatan hari ke-2. Kadar air

buah duku mengalami penurunan seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan. Penurunan kadar air buah duku dapat dihambat dengan menggunakan kitosan. Konsentrasi kitosan semakin tinggi, maka penurunan kadar air buah akan semakin kecil. Penurunan kadar air buah duku ini sejalan dengan penelitian Nur'aini & Apriyani, (2015) yang mengaplikasikan kitosan sebagai pelapis duku menyatakan semakin lama waktu penyimpanan duku, kadar air buah akan berkurang. Konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* berpengaruh nyata pada hari ke-0, 2, 4, dan 6. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka penurunan kadar air buah duku akan semakin kecil. Menurut Harianingsih dkk. (2019) penambahan kitosan menghambat penurunan kadar air buah duku karena kitosan bersifat menyerap air (higroskopis). Metode aplikasi *edible coating* pada duku berpengaruh nyata pada hari ke-0 dan 6 namun berpengaruh tidak nyata pada hari ke-2 dan 4. Pelapisan *edible coating* dengan metode perendaman cenderung lebih mampu menekan turunnya kadar air buah duku dibandingkan dengan metode penyemprotan, namun metode perendaman belum menunjukkan penurunan kadar air buah duku yang cukup signifikan dibandingkan dengan penyemprotan.

### Tekstur

Hidayat dkk. (2018) menyatakan bahwa tekstur lembut atau lembek mengindikasikan kualitas buah menurun selama penyimpanan sedangkan tekstur yang keras menandakan buah memiliki kualitas yang baik. Kulit buah yang lembab cenderung memiliki tekstur yang lembut dan kulit buah yang lembab juga menandakan kerusakan terjadi selama penyimpanan. Rata-rata tekstur (%) duku selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tesktur (%) Duku Selama Penyimpanan

Hasil uji ANOVA taraf 5% menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi *edible coating* dan metode aplikasi berpengaruh nyata terhadap tekstur duku pada pengamatan duku hari ke-2 namun tidak berpengaruh nyata pada pengamatan hari ke-0, 4, dan 6. Konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* berpengaruh nyata pada hari ke-2, 4, dan 6 dengan nilai namun berpengaruh tidak nyata pada hari ke-0.







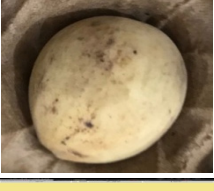
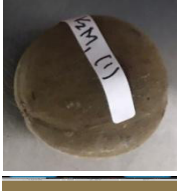
Gambar 3 memperlihatkan buah duku memiliki tekstur yang lunak semakin bertambahnya waktu penyimpanan. Duku yang dapat menghambat penurunan tekstur adalah buah duku dengan pelapisan kitosan sebagai *edible coating*. *Edible coating* dari kitosan cangkang keong mas dapat mempertahankan tingkat kekerasan buah duku sehingga mempertahankan mutu dan kualitas buah duku. Kitosan dengan konsentrasi tinggi dapat membentuk film pada permukaan buah sehingga dapat mempertahankan tekstur buah. Menurut Saragih dkk. (2019), perubahan tekstur buah duku berkaitan dengan tingkat kekerasan daging buah yang dipengaruhi oleh reaksi mikrobiologis dan fisiologis selama penyimpanan. Metode aplikasi *edible coating*









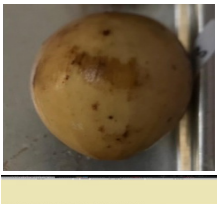
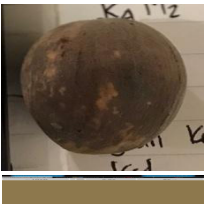
pada duku berpengaruh nyata pada hari ke-2, 4 dan 6 namun berpengaruh tidak nyata pada hari ke-0. Proses perendaman buah duku diduga membantu dalam mempertahankan nilai tekstur buah selama penyimpanan karena dapat melapisi buah duku dengan sempurna.

### Warna

Penentuan mutu pangan umumnya sangat tergantung pada beberapa faktor, diantaranya tekstur, warna, cita rasa, dan nilai gizinya. Warna merupakan salah satu indikator yang menentukan penerimaan atau penolakan terhadap suatu produk oleh konsumen. Diagram warna RGB buah duku selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai RGB buah duku selama penyimpanan.

Konsentrasi Kitosan	Pengamatan Hari Ke-	
	0	6
<b>Kontrol</b>	 235, 229, 181 7.5Y 9/3	 64, 46, 8 2.5Y 2/4
<b>Konsentrasi 1% dengan Metode Perendaman</b>	 241, 230, 140 7.5Y 9/6	 115, 93, 51 2.5Y 4/4
<b>Konsentrasi 1% dengan Metode Penyemprotan</b>	 237, 229, 168 7.5Y 9/4	 111, 94, 63 2.5Y 4/3
<b>Konsentrasi 2% dengan Metode Perendaman</b>	 241, 230, 140 7.5Y 9/6	 141, 119, 76 2.5Y 5/4

<p><b>Konsentrasi 2% dengan Metode Penyemprotan</b></p>	 <p>237, 229, 168 7.5Y 9/4</p>	 <p>137, 119, 87 2.5Y 5/3</p>
<p><b>Konsentrasi 3% dengan Metode Perendaman</b></p>	 <p>241, 230, 140 7.5Y 9/6</p>	 <p>163, 145, 111 2.5Y 6/3</p>
<p><b>Konsentrasi 3% dengan Metode Penyemprotan</b></p>	 <p>235, 229, 181 7.5Y 9/3</p>	 <p>141, 119, 76 2.5Y 5/4</p>
<p><b>Konsentrasi 4% dengan Metode Perendaman</b></p>	 <p>237, 229, 168 7.5Y 9/4</p>	 <p>167, 145, 100 2.5Y 6/4</p>
<p><b>Konsentrasi 4% dengan Metode Penyemprotan</b></p>	 <p>235, 229, 181 7.5Y 9/3</p>	 <p>141, 119, 76 2.5Y 5/4</p>

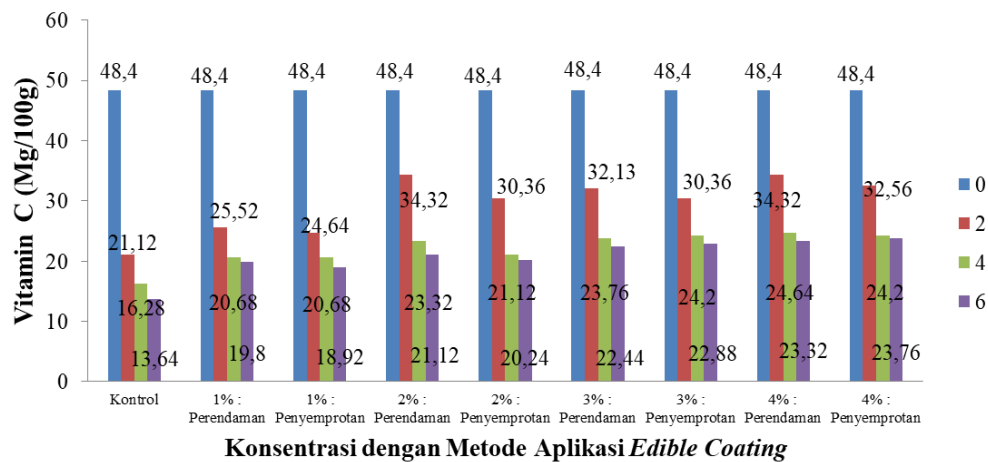
Tabel 1 menunjukkan nilai RGB (*Red, Green, Blue*) pada duku selama penyimpanan dengan aplikasi *Munseel Color Chart*. Menurut (Kusumanto & Tompunu, 2011) *color image* memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Jika warna-warna tersebut mempunyai range 0 - 255, maka totalnya adalah  $255^3 = 16.581.375$  variasi warna berbeda pada gambar. Warna matang duku merupakan warna coklat muda yang terbentuk dari angka *Red* yang lebih tinggi dibandingkan *Green*, dan *Blue*.

Penyimpanan hari ke 3 warna duku dengan perlakuan kontrol mengalami perubahan dari warna coklat muda menjadi coklat gelap, sedangkan duku perlakuan pelapisan kitosan dapat mempertahankan warnanya hingga hari ke-4. Hal tersebut selaras dengan penelitian Saragih dkk. (2019) hari ke 3 buah duku mulai berubah warna menjadi coklat kehitaman sedangkan duku dengan perlakuan kitosan mempertahankan warna hingga hari ke 4. Semakin lama waktu penyimpanan, semakin tinggi kerusakan akibat respirasi dan transpirasi.

### Pengaruh Penggunaan Kitosan dari Cangkang Keong Mas Sebagai *Edible Coating* Terhadap Mutu Kimia Duku Selama Penyimpanan.

#### Vitamin C

Nisah & Barat (2019) akibat  $O_2$  yang teroksidasi maka vitamin C yang ada di dalam daging buah mudah mengalami kerusakan. Hasil pengamatan nilai vitamin C buah duku selama penyimpanan mengalami penurunan. Rata-rata vitamin C (mg/100g) buah duku selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Vitamin C Duku Selama Penyimpanan

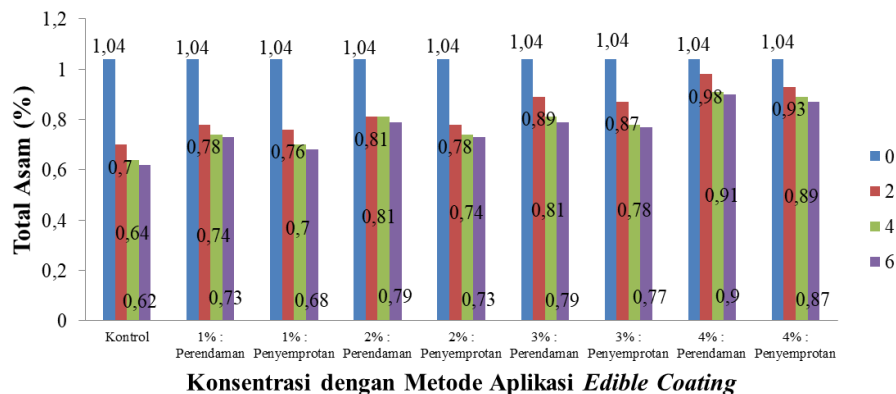
Interaksi antara konsentrasi kitosan dan metode aplikasi *edible coating* tidak memberikan pengaruh nyata pada hari ke-0, 2, 4, dan 6 terhadap kadar vitamin C buah duku. Kadar vitamin C mengalami penurunan seiring bertambahnya penyimpanan. Penurunan kadar vitamin C selama penyimpanan ini sejalan dengan penelitian Dwi (2019), kadar vitamin C dalam buah tomat akan mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan. Kadar vitamin C buah tomat dengan perlakuan kontrol mengalami penurunan lebih cepat dibandingkan vitamin C pada buah tomat dengan perlakuan *edible coating*.

Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan maka penurunan kadar vitamin C buah duku akan semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan bahan dasar *edible coating* bersifat

hidrofilik sebagai penghambat yang baik terhadap karbondioksida, lipida dan oksigen. Lapisan kitosan dengan berbagai konsentrasi dapat menghambat penurunan vitamin C buah duku selama penyimpanan. Pertiwi & Susanto (2014), menyatakan asam askorbat dan garam natrium akan sangat mudah rusak jika terdapat air dan oksigen dalam buah. Metode aplikasi *edible coating* pada duku berpengaruh nyata pada hari ke-2 namun berpengaruh tidak nyata pada hari ke-4 dan 6. Pelapisan *edible coating* dengan metode perendaman cenderung lebih mampu menekan laju penurunan kadar vitamin C buah duku dibandingkan dengan metode penyemprotan karena metode perendaman mampu melapisi buah duku lebih baik sehingga mencegah terjadinya proses respirasi pada buah duku.

### Total Asam

Kadar total asam organik yang berubah pada buah dan sayuran memberikan informasi terjadinya perubahan kimia pada buah dan sayuran tersebut. Hasil pengamatan kadar total asam buah duku yang diuji mengalami penurunan selama penyimpanan. Rata-rata kadar total asam (%) buah duku selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Total Asam (%) Duku Selama Penyimpanan

Interaksi antara konsentrasi kitosan dan metode aplikasi *edible coating* tidak memberikan pengaruh nyata pada hari ke-2, 4, dan 6 terhadap kadar vitamin C buah duku. Konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* berpengaruh nyata pada hari ke-2, 4 dan 6 namun berpengaruh tidak nyata pada hari ke-4. Konsentrasi kitosan yang tinggi mampu menghambat atau memperkecil penurunan total asam buah duku. Novita dkk. (2012) menyatakan bahwa total asam pada buah akan meningkat pada kondisi matang awal dan menurun ketika mendekati kebusukan. Alexandra & Nurliana (2014) menyatakan jumlah total asam akan berkurang dengan meningkatnya aktivitas metabolisme buah. Rudito (2005) dalam Garnida dkk. (2022) menyatakan bahwa pelapisan pada buah dapat memperlambat proses respirasi. Pada respirasi ini selain gula, keberadaan asam organik juga bisa teroksidasi, sehingga jika laju respirasi suatu produk tinggi, laju reduksi asam organik juga akan lebih tinggi.

### KESIMPULAN

Penggunaan kitosan cangkang keong mas sebagai *edible coating* berpengaruh nyata terhadap mutu fisik seperti tekstur, warna, kadar air, dan susut bobot buah duku. Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang dimanfaatkan sebagai *edible coating* maka perubahan

tekstur, warna, kadar air, dan penurunan susut bobot buah duku semakin lambat. Penggunaan kitosan cangkang keong mas berpengaruh nyata terhadap mutu kimia duku seperti vitamin C, dan total asam. Penggunaan kitosan cangkang keong mas dapat menghambat penurunan kadar vitamin C dan total asam buah duku. Interaksi penggunaan variasi konsentrasi dan metode aplikasi berpengaruh terhadap susut bobot, kadar air, tekstur, namun berpengaruh tidak nyata terhadap vitamin C dan total asam. Pelapisan *edible coating* cangkang keong mas meningkatkan umur simpan duku sampai 6 hari, dengan konsentrasi terbaik 4% kitosan dan metode pengaplikasian dengan perendaman. Metode pengaplikasian *edible coating* memberikan pengaruh yang nyata terhadap mutu kimia dan fisik buah duku.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of Association Analytical Chemist. AOAC International, Washington D.C
- Alexandra, Y., & Nurliana. (2014). Aplikasi Edible Coating Dari Pektinjeruk Songhi Pontianak ( *Citrus nobilis* var *Microcarpa* ) Pada Penyimpanan Buah Tomat. *Kimia Katulistiwa*, 3(4), 11–20.
- Garnida, Y., Taufik, Y., & Yellianty, Y. (2022). Effect of Edible Coating Material Formulation and Storage Long on The Response of Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) at Cooling Temperature (*Lycopersicon Esculentum* Mill). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(5), 2399–2409. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2101>
- Harianingsih, Budi, P. M., & Mafidyah, S. H. (2019). Pembuatan Kitosan Dari Cangkang Siput Murbai (*Pomacea canaliculata* L.) Sebagai Edible Coating Nugget. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(1), 14–21. <https://doi.org/10.26877/jitek.v5i1.3551>
- Hidayat, T., Ivanti, L., & Mikasari, W. (2018). Pengaruh Kosentrasi Edible Coating Sarang Lebah Terhadap Susut Bobot, Tekstur, dan TPT Jeruk RGL Selama Penyimpanan. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 1–18. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v5i2.775>
- Kaewboonruang, S., Phatrabuddha, N., Sawangwong, P., & Pitaksanurat, S. (2016). Comparative Studies on the Extraction of Chitin – Chitosan from Golden Apple Snail Shells at the Control Field. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering (IOSR-JPTE)*, 3(1), 34–41. <https://doi.org/10.9790/019X-03013441>
- Kusumanto, R., & Tompunu, A. N. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011)*, 1(1), 329–332. [https://doi.org/10.1016/S0166-1116\(08\)71924-1](https://doi.org/10.1016/S0166-1116(08)71924-1)
- Lonta, G., & Pinaria, B. A. N. (2020). Populasi Hama Keong Mas ( *Pomacea canikulata* L .) Dalam Umpan Dan Jebakan Pada Tanaman Padi Sawah ( *Oryza sativa* L .) Population of Conch Mas Pest ( *Pomacea canikulata* L ). in Bait and Traps on Paddy Rice Plants ( *Oryza sativa* L ). *Cocos*, 1–6.
- Megasari, R., & Mutia, A. K. (2019). Pengaruh Lapisan Edible Coating Kitosan pada Cabai Keriting (*capsicum annum* l) dengan Penyimpanan Suhu Rendah. *J. of Agritech Science*, 3(2), 34–42.
- Nisah, K., & Barat, Y. M. (2019). Efek Edible Coating Pada Kualitas Alpokat (*Persea*

- America Mill ) Selama Penyimpanan. *Amina*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.22373/amina.v1i1.9>
- Novita, M., Satriana, Martuis, Rohaya, S., & Hasmarita, E. (2012). Effects Of Chitosan Coating On Physico-Chemical Characteristics Of Fresh Tomatoes (*Lycopersicum pyriforme*) In Different Maturity Stages. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), 1–8.
- Nur'aini, H., & Apriyani, S. (2015). Penggunaan Kitosan Untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Duku (*Lansium Domesticum* Corr). *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 2(1), 195–210. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v2i1.108>
- Nurlatifah, N., Cakrawati, D., & Nurcahyani, P. R. (2017). Aplikasi Edible Coating Dari Pati Umbi Porang Dengan Penambahan Ekstrak Lengkuas Merah Pada Buah Langsung. *Edufortech*, 2(1), 7–14. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v2i1.6166>
- Pertiwi, M. F. D., & Susanto, W. H. (2014). Pengaruh Proporsi ( Buah : Sukrosa ) Dan Lama Osmosis Terhadap Kualitas Sari Buah Stroberi ( *Fragaria vesca* L ) The Influence of Proportion ( Fruit : Sucrose ) and Osmosis Time on The Quality of Strawberry Juice ( *Fragaria vesca* L ). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 82–90.
- Prasetyo, H. A., & Laia, F. (2018). Pemanfaatan Gliserol Dan Pati Sagu Sebagai Edible Coating Pada Penyimpanan Jeruk Siam Madu (*Citrus nobilis*). *Jurnal Agroteknosains*, 2(1), 158–168. <https://doi.org/10.36764/ja.v2i1.140>
- Rohim, M., Destiarti, L., & Zaharah, T. A. (2015). Uji Organoleptis Produk Tahu Tersalut Kitosan (Tahu-Edible Coating Kitosan). *J. Kimia Khatulistiwa*, 4(3), 54–58.
- Saragih, D. P., Elfrida, & Mawardi, A. L. (2019). Pengaruh Konsentrasi Kitosan Cangkang Kepiting Terhadap Daya Tahan Buah Duku (*Lansium domesticum*) Desi. *Jeumpa*, 44(12), 2–8.
- Sinardi, & Soewondo, Prayatni Notodarmojo, S. (2013). Pembuatan, Karakterisasi Dan Aplikasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus viridis linneaus*) Sebagai Koagulan Penjernih Air. *KONferensi Nasional Teknik Sipil 7 Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo)*, 24–25. [http://sipil.ft.uns.ac.id/konteks7/index\\_qa.php](http://sipil.ft.uns.ac.id/konteks7/index_qa.php)
- Tarihoran, A. S., Adriadi, A., Anggraini, J. H., & Purba, C. A. (2023). Efektivitas Edible Coating Dari Pati Singkong Terhadap Susut Bobot Dan Daya Simpan Buah Duku ( *Lansium domesticum* ). *Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 74–81.

## KARAKTERISTIK HEDONIK TEH TERINFUSI MANGGA DENGAN FAKTOR JENIS MANGGA DAN LAMA PERENDAMAN

Reza Widyasaputra<sup>1\*</sup>, Edwin Siallagan<sup>1</sup>, Reni Astuti Widyowanti<sup>1</sup>, Adi Ruswanto<sup>1</sup>,  
Arief Ika Uktoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281

\*Email: rezaws@instiperjogja.ac.id

### ABSTRAK

Minuman teh terinfusi buah saat ini menjadi suatu inovasi yang menarik. Penambahan buah membuat rasa minuman teh menjadi lebih kaya dan segar. Buah mangga merupakan salah satu jenis buah yang berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan minuman teh terinfusi buah. Beberapa jenis mangga, seperti kweni, golek dan arumanis masing-masing memiliki cita rasa yang khas dan menarik untuk digunakan sebagai tambahan pada minuman. Uji hedonik merupakan salah satu metode pengukuran tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk dengan menggunakan skala yang dimulai dari sangat tidak suka hingga sangat suka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis mangga dan lama perendaman terhadap karakteristik hedonik minuman teh terinfusi mangga. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan dua faktor yaitu: (A) jenis mangga dan (B) lama perendaman. Faktor A terdiri dari 3 taraf yaitu A1 = mangga kweni, A2 = mangga golek; A3 = mangga arumanis. Faktor B terdiri dari 3 taraf yaitu B1 = 4 jam; B2 = 6 jam; B3 = 8 jam. Perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Uji hedonik yang dilakukan meliputi rasa, aroma dan warna pada 20 panelis tidak terlatih. Data dianalisis dengan analisis ragam 5%. Jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan ke uji jarak berganda Duncan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada faktor jenis mangga dan lama perendaman serta interaksi antar keduanya pada uji hedonik rasa, aroma dan warna. Skor uji hedonik tertinggi terdapat pada minuman teh terinfusi mangga dengan jenis mangga arumanis dan lama perendaman 8 jam.

**Kata kunci:** hedonik; mangga arumanis; mangga golek; mangga kweni; teh

### ABSTRACT

*Fruit infused tea become one of interesting innovation in recent years. Fruit addition could improve the freshness and richness of tea drink. Mango has good potency to be used in the making of fruit infused tea. Some kinds of mango, such as kweni, golek and arumanis have a unique flavor as complementary drink. Hedonic test is a method of measuring the level of preference of panelists by using a scale starting from very dislike to very like. The aim of this research was to determine the effect of mango cultivar and soaking time on the hedonic characteristics of mango infused tea. This research was using Complete Block Design (CBD) with two factors: (A) mango cultivar and (B) soaking time. Factor A consisted of 3 level: A1 = kweni; A2 = golek; A3 = arumanis. Factor B consisted of 3 level: B1 = 4 hour; B2 = 6 hour; B3 = 8 hour. The treatment was replicated two times. The hedonic test (taste, aroma, and color) was performed on 20 untrained panelists. The result was analyzed with analysis of variance (ANOVA) in 5 %, then continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT). The result showed that there was significant difference for mango cultivar, soaking time and interaction between both factors on taste, aroma and color hedonic parameters. The highest score was mango infused tea with arumanis and 8 hour soaking time.*

**Keywords:** arumanis mango; hedonic; golek mango; kweni mango; tea

## PENDAHULUAN

Teh adalah bahan minuman penyegar yang sudah lama dikenal dan sudah membudaya dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Beberapa kandungan senyawa kimia dalam teh dapat memberi kesan warna, rasa dan aroma yang memuaskan peminumnya. Hingga saat ini, teh merupakan salah satu minuman penyegar yang banyak diminati (Indarti & Rhendy, 2015).

Penggunaan produk teh sebagai minuman penyegar yang beredar saat ini masih minim inovasi. Inovasi perlu dilakukan agar mampu menyasar kaum milenial yang gemar minum teh. Inovasi yang dapat dilakukan antara lain memasukkan buah ke dalam minuman teh sehingga memberi sensasi rasa dan aroma buah serta bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu jenis buah yang dapat dicampurkan ke dalam minuman teh adalah buah mangga. Buah mangga dipilih karena memiliki kandungan vitamin C yang tinggi serta citarasa yang segar.

Mangga memiliki beberapa jenis diantaranya ada mangga kweni (*Mangifera odorata*), mangga golek (*Mangifera indica* L.), dan mangga arumanis (*Mangifera indica* L. var. arum manis). Ketiga jenis mangga tersebut mempunyai perbedaan dan ciri khas masing-masing. Perbedaan jenis mangga diduga dapat mempengaruhi karakteristik teh terinfusi buah mangga. Saat ini belum terdapat penelitian bagaimana pengaruh mangga ketika diolah atau direndam bersama teh menjadi teh terinfusi. Beberapa penelitian sebelumnya antara lain dilakukan oleh Trisnawati et al., (2019), tentang tingkat kekeruhan, kadar vitamin C, dan aktivitas antioksidan *infused water lemon* dengan variasi suhu dan lama perendaman. Kandungan vitamin C dan aktivitas antioksidan optimum diperoleh pada lama perendaman 4 jam dengan suhu kulkas 4°C. Semakin lama perendaman maka aktivitas antioksidan akan semakin naik hingga mencapai titik konstan. Sedangkan hasil penelitian Ivakdalam & Rehena (2020), tentang pengaruh rendaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap kandungan vitamin C dan pH minuman *infused water* menunjukkan bahwa kandungan vitamin C tertinggi terdapat pada lama perendaman selama 6 jam.

Uji hedonik merupakan salah satu metode pengukuran tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk dengan menggunakan skala yang dimulai dari sangat tidak suka hingga sangat suka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis mangga dan lama perendaman terhadap karakteristik hedonik minuman teh terinfusi mangga.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Blok lengkap (RBL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis mangga (A) dengan 3 taraf, yaitu A1: mangga kweni, A2: mangga golek, A3: mangga arumanis. Faktor kedua adalah lama perendaman (B), yaitu B1: 4 jam, B2: 6 jam, B3: 8 jam. Perlakuan diulang sebanyak dua kali, sehingga diperoleh  $3 \times 3 \times 2 = 18$  satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA), jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Buah mangga yang sudah matang dipotong-potong dan dimasukkan ke dalam larutan teh menjadi teh terinfusi buah. Uji hedonik meliputi warna, aroma dan rasa yang dilakukan pada 20 panelis tidak terlatih. Skala yang digunakan pada uji hedonik yaitu: 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak tidak suka), 4 (netral), 5 (agak suka), 6 (suka), dan 7 (sangat suka).

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah mangga (kweni, golek, dan arumanis), teh hijau merk Tong tji, air mineral, aquades.

## Alat

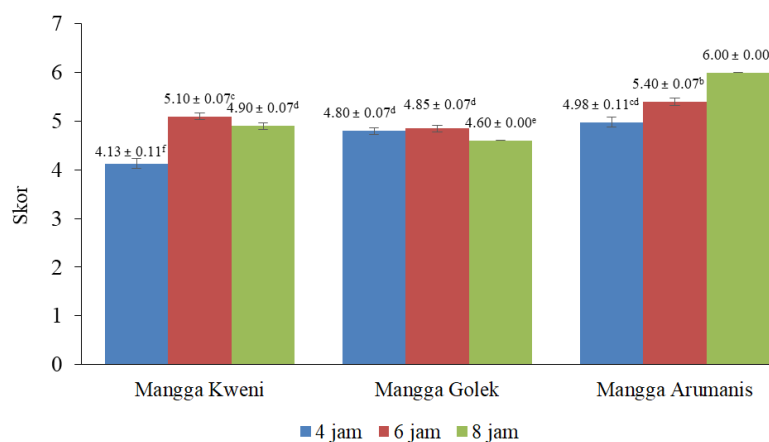
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau sendok stainless steel, telanan, timbangan digital, gelas jar 500 ml, botol 200 ml.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Hedonik Warna

Uji hedonik warna adalah salah satu indikator penting dalam menilai tingkat kesukaan konsumen. Tampilan dan penyajian yang kurang menarik sangat mempengaruhi tingkat kesukaan seseorang terhadap produk tersebut (Rejeki et al., 2012). Berdasarkan Gambar 1, pada uji kesukaan warna menunjukkan bahwa pengaruh jenis mangga dan lama perendaman maupun interaksi keduanya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap hasil uji hedonik warna.

Teh terinfusi buah pada jenis mangga arumanis dengan lama perendaman 8 jam memperoleh nilai kesukaan warna tertinggi yaitu 6,00 dan warna yang dihasilkan warna kuning bening. Sedangkan teh terinfusi buah pada jenis mangga kweni dengan lama perendaman 4 jam memperoleh nilai kesukaan warna terendah yaitu 4,13 dengan warna yang dihasilkan kuning keruh. Hal ini dikarenakan warna kuning keruh pada mangga kweni kurang menarik dibandingkan dengan warna kuning cerah mangga arumanis yang menunjukkan kesan lebih segar. Semakin lama waktu perendaman (ekstraksi) dari suatu bahan maka semakin banyak zat kimia termasuk zat warna pada bahan yang terekstrak ke dalam air (Ali et al., 2013).



Keterangan: Rerata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan pada jenjang 5%

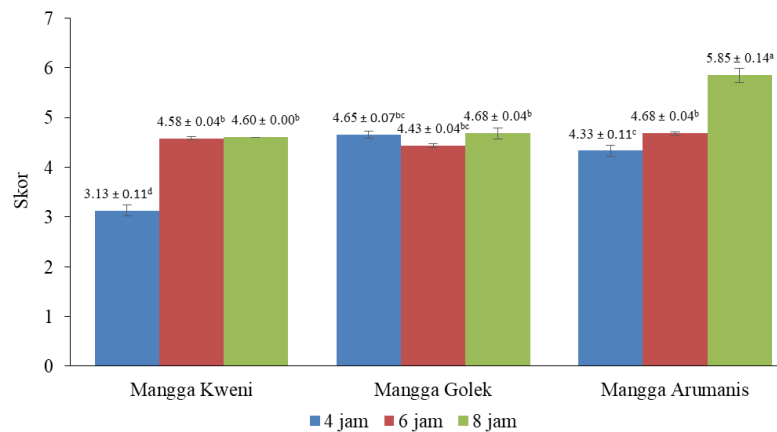
Gambar 1. Rerata uji hedonik warna

### Uji Hedonik Rasa

Rasa buah dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen (Suwardi et al., 2019). Pada penelitian uji kesukaan rasa ini digunakan skala tidak suka sampai sangat suka dengan kisaran nilai 1 sampai 7. Berdasarkan Gambar 2, pada uji kesukaan rasa menunjukkan bahwa pengaruh jenis mangga dan lama perendaman maupun interaksi keduanya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap hasil uji hedonik rasa. Teh terinfusi buah pada jenis mangga arumanis dengan lama perendaman 8 jam memperoleh nilai kesukaan rasa tertinggi yaitu 5,85. Sedangkan teh terinfusi mangga pada jenis mangga kweni

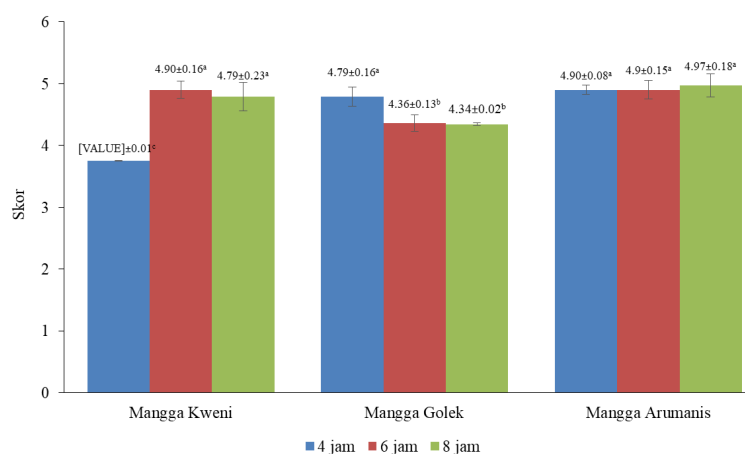
dengan lama perendaman 4 jam memperoleh nilai kesukaan rasa terendah yaitu 3,13. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman semakin tinggi nilai kesukaan terhadap rasa teh terinfusi mangga.

Hasil penelitian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa mangga arumanis adalah jenis mangga paling disukai. Hal ini diduga karena arumanis memiliki rasa buah manis dan segar dibanding mangga kweni dan golek. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Sembiring et al. (2020), menyatakan bahwa mangga arumanis lebih disukai masyarakat karena rasanya yang sangat manis. Rasa manis disebabkan karena kadar gula lebih dominan dari kadar asam. Hasil penelitian Kartikorini (2016), menyatakan kadar gula mangga arumanis lebih tinggi dibanding mangga golek dan mangga kweni, kadar gula pada mangga arumanis 35,83%, mangga golek 24,98% dan mangga kweni 20,21%. Nilai pH juga diduga mempengaruhi rasa pada buah mangga. Hal ini didukung dengan pernyataan Oksilia (2018), menyatakan bahwa kandungan asam organik pada buah mangga dapat mempengaruhi rasa.



Keterangan: Rerata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan pada jenjang 5%

Gambar 2. Rerata uji hedonik rasa



Keterangan: Rerata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji Duncan pada jenjang 5%

Gambar 3. Rerata uji hedonik aroma

## Uji Hedonik Aroma

Berdasarkan Gambar 3, pada uji kesukaan aroma menunjukkan bahwa pengaruh jenis mangga dan lama perendaman maupun interaksi keduanya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap hasil uji hedonik aroma. Penilaian panelis terhadap aroma teh terinfusi mangga berkisar antara 3,34 sampai 4,97 (agak tidak suka sampai agak suka). Teh terinfusi mangga pada jenis mangga arumanis dengan lama perendaman 8 jam memperoleh nilai kesukaan aroma tertinggi yaitu 4,97. Sedangkan teh terinfusi mangga pada jenis mangga golek dengan lama perendaman 8 jam memperoleh nilai kesukaan aroma terendah yaitu 3,34. Mangga arumanis lebih disukai karena aromanya yang lebih kuat dan khas. Kekhasan yang dimiliki oleh mangga arumanis terutama adalah aroma buah yang tajam-manis (Ichsan & Wijaya, 2015). Sebaliknya, aroma mangga golek tidak memiliki aroma yang khas. Mangga golek cenderung memiliki aroma yang lebih lembut (Nugraheni et al., 2020).

## KESIMPULAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada faktor jenis mangga dan lama perendaman serta interaksi antar keduanya pada uji hedonik rasa, aroma dan warna. Skor uji hedonik tertinggi terdapat pada minuman teh terinfusi mangga dengan jenis mangga arumanis dan lama perendaman 8 jam. Adapun penelitian lanjutan mengenai kadar vitamin C hingga komponen pembentuk antioksidan masih dapat dilakukan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada BAPKA Institut Pertanian Stiper Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Ferawati, F., & Arqomah, R. (2013). Ekstraksi zat warna dari kelopak bunga rosella (study pengaruh konsentrasi asam asetat dan asam sitrat). *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1).
- Ichsan, M. C., & Wijaya, I. (2015). Karakter morfologis dan Beberapa keunggulan mangga arumanis (*Mangifera indica* L.). *Agrotrop*, 13(1), 65–71.
- Indarti, I., & Rhendy, K. P. W. (2015). *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Ivkdalam, L. M., & Rehena, Z. (2020). Pengaruh Rendaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Kandungan Vitamin C dan pH Minuman Infused Water. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 344–349. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.344-349>
- Kartikorini, N. (2016). *Analisa Kadar Gula (Sukrosa) Buah Mangga Berdasarkan Varietasnya*.
- Nugraheni, D., Haskarini, D., & Cempaka, I. G. (2020). Karakteristik Buah Mangga Golek Mustika dari Desa Tegal Gunung Kecamatan Blora Kabupaten Blora. *Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu*, 1(03), 37–43.
- Oksilia, O. (2018). Hubungan Karakteristik Fisik dan Kimia Beberapa Jenis Buah Mangga (*Mangifera indica* L) Terhadap Penerimaan Konsumen. *Jurnal Agrium*, 15, 51. <https://doi.org/10.29103/agrium.v15i1.689>
- Rejeki, D., Pratiwi, A., Ardita, D., Kusumawati, H. N., Wulandari, D., & Maulida, A. (2012). Penentuan kualitas pangan dan uji organoleptik. *Semarang: Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro*.

- Sembiring, M. B., Rahmi, D., Maulina, M., Tari, V., Rahmayanti, R., & Suwardi, A. B. (2020). Identifikasi Karakter Morfologi dan Sensoris Kultivar Mangga (*Mangifera Indica* L.) di Kecamatan Langsa Lama, Aceh, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 179–184. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i2.1876>
- Suwardi, A. B., Navia, Z. I., Harmawan, T., & Syamsuardi, M. E. (2019). Sensory evaluation of mangoes grown in Aceh Tamiang district, Aceh, Indonesia. *Advances in Ecological and Environmental Research*, 4(1), 79–85.
- Trisnawati, I., Hersoelistyorini, W., & Nurhidajah, N. (2019). Tingkat Kekeruhan Kadar Vitamin C dan Aktivitas Antioksidan Infused Water Lemon Dengan Variasi Suhu Dan Lama Perendaman. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 9(1), 27. <https://doi.org/10.26714/jpg.9.1.2019.27-38>

## VISKOSITAS LARUTAN EKSTRAK KASAR GALAKTOMANNAN KOLANG-KALING PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN SUHU LARUTAN

Hasbullah<sup>1</sup>, Felia Jayen Meisari<sup>1</sup>, dan Anwar Kasim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fateta Unand.  
Kampus Unand Limau Manis Padang, 25163  
Email: [hasbullah@ae.unand.ac.id](mailto:hasbullah@ae.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Kolang-kaling mengandung polisakarida galaktomannan yang dapat membentuk koloid di dalam air sehingga larutan menjadi kental, yang kandungannya mencapai 80% dari berat kering kolang. Pemanfaatan galaktomannan kolang-kaling sebagai sumber bahan pengental alami komersial memerlukan data karakteristik kimia dan kekentalan larutannya pada berbagai konsentrasi dan suhu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui viskositas ekstrak kasar galaktomannan (EKG) pada berbagai konsentrasi dan suhu. Model regresi antara suhu (T) dan viskositas (V) pada berbagai konsentrasi larutan EKG (0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5, 1,75 dan 2,00%), dan antara konsentrasi (K) dan viskositas (V) pada berbagai berbagai suhu EKG (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90°C), keduanya adalah regresi kuadratik  $y=ax^n$ . EKG dapat digunakan sebagai bahan pengental dengan kandungan galaktomannan 82,44% (kadar air 12,3%). Larutan EKG 2% dalam air mempunyai viskositas sangat tinggi (16.780 cPS) pada suhu 20°C dan menurun seiring dengan kenaikan suhu. Walaupun demikian, pada suhu 90°C, viskositasnya masih relatif tinggi, yaitu 8.940 cPs.

**Kata kunci:** Ekstrak kasar galactomannan (EKG); Kolang kaling; Viskositas

### ABSTRACT+

*Kolang-kaling contains galactomannan polysaccharides which can form colloids in water so that the solution becomes thick, which contains up to 80% of the dry weight of kolang-kaling. Utilization of its galactomannan as a source of commercial natural thickening agent requires data on the chemical characteristics and viscosity of the solution at various concentrations and temperatures. The purpose of this study was to determine the viscosity of crude galactomannan extract (CGE) at various concentrations and temperatures. Regression model between temperature (T) and viscosity (V) at various CGE solution concentrations (0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75 and 2.00%), and between concentrations (C) and viscosity (V) at various CGE temperatures (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, and 90°C), both are power regression  $y=ax^n$ . CGE can be used as a thickening agent with a galactomannan content of 82.44% (12.3% moisture content). A 2% CGE solution in water has a very high viscosity (16,780 cPS) at 20°C and decreases with increasing temperature. However, at 90°C, the viscosity is still relatively high, i.e 8,940 cPs.*

**Keywords:** Crude galactomannan extract (CGE); Kolang kaling; viscosity

## PENDAHULUAN

Aren (*Arenga pinnata* MERR) tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, terutama di 14 provinsi, yaitu Papua, Maluku, Maluku Utara, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Banten, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Bengkulu, Kalimantan Selatan dan Aceh.

Daging buah aren yang telah direbus dan direndam sekurang-kurangnya selama 2 hari di dalam air disebut sebagai kolang-kaling dan sering dijadikan sebagai pengental dalam pembuatan selai dari hasil tanaman yang rendah kadar pektinnya. Contoh penggunaannya adalah seperti yang dilakukan oleh Asben dkk (2019) yang menggunakannya kolang kaling sebagai pengental dalam pembuatan selai markisa; Natan dan Emmawati (2019) dalam pembuatan selai lembaran dari buah naga; dan Rizky (2022) untuk meningkatkan viskositas sirup jambu mawar.

Kolang-kaling mengandung polisakarida galaktomannan yang dapat membentuk koloid di dalam air sehingga larutan menjadi kental. Dari hasil penelitian Sarmi dkk (2016) dapat dihitung bahwa kandungan galaktomannan mencapai 80% dari berat kering kolang.

Galaktomannan komersil yang beredar di pasaran semuanya diekstrak dari tanaman yang tidak tumbuh di Indonesia, misalnya *Guar* yang diekstraksi dari *Cyamopsis tetragonolobus*, *Tara* dari *Caesalpinia spinosa*; dan *Locust Bean Gum* dari *Ceratonia siliqua*, *Trigonella faenumgraecum* dan *Prosopis juliflora* (Silveira, 2011).

Potensi kolang kaling sebagai salah satu sumber utama galaktomannan diprediksi sangat besar. Saat ini terdapat sekitar 70 ribu Ha tanaman aren atau sekitar 5-6 juta batang (Baharuddin dan Daud, 2018). Dari setiap tanaman aren yang sudah dewasa dapat diperoleh kolang-kaling paling sedikit 3 kg setiap hari, atau 1 ton per tahun. Jika 20% saja dari tanaman aren yang dipanen kolang-kalingnya, maka setiap tahun akan ada potensi untuk menghasilkan kolang-kaling sebesar 1 juta ton. Ekstraksi galaktomannan dari kolang-kaling menghasilkan rendemen sebesar 5,5% (Sarmi dkk., 2016). Dengan memperhitungkan rendemen tersebut serta produksi kolang-kaling, maka potensi produksi galaktomannan dari kolang-kaling paling tidak sebesar 5 ribu ton atau 5 juta ton per tahun. Potensi ini sudah mencapai 40% dari total produksi galaktomannan dunia dari tanaman locust bean gum yang dibudidayakan secara intensif.

Pemanfaatan kolang-kaling sebagai sumber bahan pengental alami komersial memerlukan data karakteristiknya, di antaranya kekentalan larutan ekstrak galaktomannannya pada berbagai konsentrasi dan suhu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui viskositas ekstrak kasar galaktomannan pada berbagai suhu dan konsentrasi.

## METODOLOGI

Kolang-kaling yang diekstrak galaktomannannya berasal dari Halaban Kabupten Limapuluh Kota Provinsi Sumatera Barat.

### 1. Pembuatan Ekstrak Kasar Galaktomannan Kolang Kaling

Ekstrak kasar galaktomannan dibuat dengan cara berikut:

- 1) Kolang-kaling dicuci sampai bersih, kemudian direbus sampai mendidih. Sementara itu disiapkan air mendidih sebanyak 2 kali berat kolang kaling.
- 2) Air mendidih dimasukkan ke dalam tabung blender, kemudian kolangkaling yang

sedang direbus ditiriskan dan segera dimasukkan ke dalam blender, lalu dihaluskan sehingga menjadi bubur kolang kaling.

- 3) Bubur kolang kaling ini dipanaskan sampai mendidih, kemudian diletakkan di atas saringan santan yang terbuat dari anyaman kawat halus stainless steel (30 mesh) dan ditekan-tekan sambil didorong maju mundur dengan sendok sehingga bubur halus melewati saringan dan bagian yang kasar tertinggal pada saringan.
- 4) Bubur halus ini dimasukkan ke dalam larutan etanol teknis 96% (bubur : etanol = 1:1 b/v), diaduk sampai rata, kemudian didiamkan selama semalam dalam wadah tertutup rapat.
- 5) Setelah perendaman, campuran dilewatkan pada saringan, dan gumpalan yang tertinggal di atas saringan diambil, dan dimasukkan lagi ke dalam larutan etanol 96% (gumpalan : etanol = 1 : 1, b/v), diaduk dan didiamkan lagi selama semalam.
- 6) Campuran etanol dan gumpalan dilewatkan lagi pada saringan, dan gumpalan yang tertinggal pada saringan diambil dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 65-70°C selama 10 jam sehingga kering dan diperoleh ekstrak kasar galaktomannan.
- 7) Setelah itu, ekstrak kering tersebut dihaluskan dengan blender sehingga menjadi bubuk, kemudian diayak (40 mesh) yang disebut sebagai ekstrak kasar galaktomannan (EKG).

## 2. Analisis Kimia dan Viskositas

Analisis dilakukan terhadap rendemen, kadar air (SNI 01-2891-1992) dan galaktomannan pada ekstrak kasar galaktomannan (EKG) (dengan Galactomannan Assay Kit, K-GALM, Neogen Megazym, 2020).

Analisis viskositas dilakukan terhadap ekstrak kasar galaktomannan kolang-kaling pada suhu 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90°C, masing-masing pada konsentrasi 0,50, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 dan 2,00% (b/b) dengan menggunakan viskometer Brookfield

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi terhadap kolang-kaling menghasilkan rendemen ekstrak kasar galaktomannan (EKG) sebesar 4,7% dengan kadar air 12,3% dan kandungan galaktomannan 82,44% seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rendemen, dan kadar air ekstrak kasar galaktomannan (EKG) kolang kaling.

Ulangan	Rendemen (%)	Air (%)
1	4,6	12,1
2	4,9	12,8
3	4,7	12,0
Rerata	4,7	12,3

Tabel 2. Kadar galaktomannan pada EKG kolang kaling.

Ulangan	Galaktomannan (%)
1	82,34
2	82,54
Rerata	82,44%

EKG dapat meningkatkan viskositas larutan. Pada konsentrasi 0,50% EKG di dalam air (b/b). Pada Tabel 3 disajikan viskositas larutan EKG pada berbagai suhu dan kosentrasi larutan. Konsentrasi larutan EKG 1,25% ke atas cukup tinggi, dan EKG berpotensi digunakan sebagai pengental minuman dan pangan berupa pasta.

Tabel 3. Viskositas larutan EKG (cPs) pada berbagai suhu dan konsentrasi larutan

0,50		Konsentrasi (%)						
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
Suhu (°C)	20	213	313	650	3260	7000	15300	19070
	30	174	275	595	2620	5020	14400	16160
	40	142	244	550	2440	4660	12800	14740
	50	139	222	501	2200	4340	12500	13550
	60	134	217	486	2100	4020	12050	12460
	70	128	211	440	2040	3900	10270	11300
	80	124	206	400	1860	3020	9340	10040
	90	102	184	395	1460	3000	8520	8940

Larutan EKG dapat meningkatkan viskositas larutan pada berbagai konsentrasi (0,50, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 dan 2,00%) dan suhu larutan. Hubungan antara suhu (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90°C) dan viskositas larutan EKG pada berbagai konsentrasi ((0,50, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 dan 2,00%) telah dianalisis keeratannya berdasarkan regresi liner, eksponensial, lagaritma, polinomial dan kuadratik. Model persamaan yang diperoleh dan koefisien R<sup>2</sup>-nya dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan hubungan antara konsentrasi (0,5, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 dan 2,00%) dan viskositas larutan EKG pada berbagai suhu (20, 30, 40, 50, 60, 70 80 dan 90°C); dan koefisien keeratannya (R<sup>2</sup>) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Regresi antara viskositas dan suhu larutan EKG pada konsentrasi 0,5-2,0%

Kons	Persamaan	Regresi	R <sup>2</sup>
0,5%	Liner	$y = -1,2786x + 214,82$	0,8365
	Eksponensial	$y = 226,31e^{-0,009x}$	0,8767
	Logaritma	$y = -64,09\ln(x) + 394,61$	0,9319
	Polinomial	$y = -64,09\ln(x) + 394,61$	0,9319
	Kuadratik	$y = 723,36x^{-0,418}$	0,9537
0,75%	Liner	$y = -1,6095x + 322,52$	0,8869
	Eksponensial	$y = 333,71e^{-0,007x}$	0,9191
	Logaritma	$y = -79,97\ln(x) + 546,12$	0,9710
	Polinomial	$y = 0,0238x^2 - 4,2286x + 382,05$	0,9645
	Kuadratik	$y = 827,55x^{-0,327}$	0,9816
1,00%	Liner	$y = -3,6964x + 705,43$	0,9758
	Eksponensial	$y = 741,4e^{-0,007x}$	0,9892
	Logaritma	$y = -176,3\ln(x) + 1190,3$	0,9848
	Polinomial	$y = 0,0241x^2 - 6,3482x + 765,7$	0,9924
	Kuadratik	$y = 1903,8x^{-0,345}$	0,9661
1,25%	Liner	$y = -21,071x + 3406,4$	0,9149

Kons	Persamaan	Regresi	R <sup>2</sup>
	Eksponensial	$y = 3682e^{-0,009x}$	0,9345
	Logaritma	$y = -1022\ln(x) + 6234,6$	0,9536
	Polinomial	$y = 0,1536x^2 - 37,964x + 3790,4$	0,9343
	Kuadrat	$y = 12396x^{-0,444}$	0,9494
1,50%	Liner	$y = -48,333x + 7028,3$	0,8556
	Eksponensial	$y = 7652,2e^{-0,011x}$	0,8968
	Logaritma	$y = -2399\ln(x) + 13733$	0,9348
	Polinomial	$y = 0,6286x^2 - 117,48x + 8599,8$	0,9135
	Kuadrat	$y = 32075x^{-0,52}$	0,9521
1,75%	Liner	$y = -97,381x + 17128$	0,9906
	Eksponensial	$y = 18333e^{-0,008x}$	0,9908
	Logaritma	$y = -4562\ln(x) + 29576$	0,9639
	Polinomial	$y = 0,2095x^2 - 120,43x + 17652$	0,9924
	Kuadrat	$y = 52189x^{-0,386}$	0,9291
2,00%	Liner	$y = -134,43x + 20676$	0,9737
	Eksponensial	$y = 22641e^{-0,01x}$	0,9895
	Logaritma	$y = -6438\ln(x) + 38411$	0,9905
	Polinomial	$y = 0,8393x^2 - 226,75x + 22774$	0,9889
	Kuadrat	$82924x^{-0,476}$	0,9690

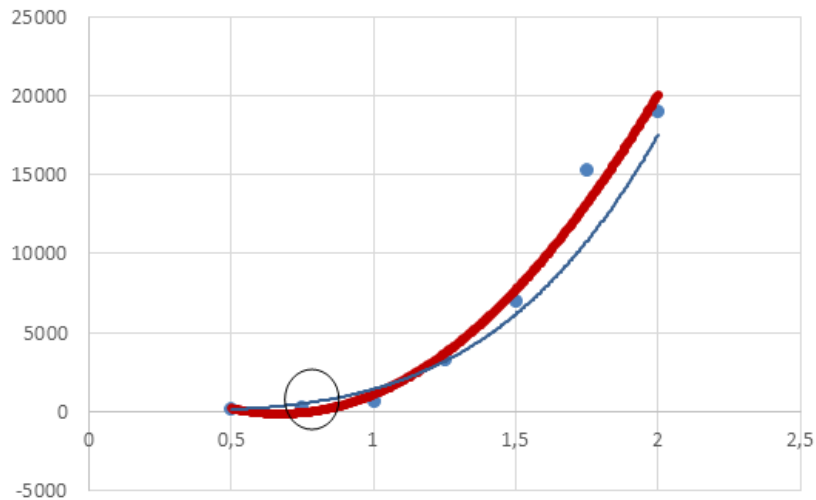
Tabel 5. Regresi antara viskositas dan konsentrasi larutan EKG pada suhu 20-90°C

Suhu	Persamaan	Regresi	R <sup>2</sup>
20°C	Liner	$y = 13271x - 10045$	0,8604
	Eksponensial	$y = 32,974e^{3,377x}$	0,8806
	Logaritma	$y = 13205\ln(x) + 4844,9$	0,7084
	Polinomial	$y = 11510x^2 - 15503x + 5061,6$	0,9817
	Kuadrat	$y = 1405,9x^{3,6422}$	0,9706
30°C	Liner	$y = 11519x - 8792,5$	0,8263
	Eksponensial	$y = 27,772e^{3,3775x}$	0,8465
	Logaritma	$y = 11429\ln(x) + 4135,9$	0,6764
	Polinomial	$y = 10351x^2 - 14360x + 4793,8$	0,9514
	Kuadrat	$y = 1185x^{3,6416}$	0,9394
40°C	Liner	$y = 10431x - 7956,3$	0,8338
	Eksponensial	$y = 23,451e^{3,4263x}$	0,8535
	Logaritma	$y = 10355\ln(x) + 51437$	0,6833
	Polinomial	$y = 9E+07x^2 - 1E+06x + 4298,7$	0,9591
	Kuadrat	$y = 1054,5x^{3,7082}$	0,9469
50°C	Liner	$y = 9804x - 7476,1$	0,8246
	Eksponensial	$y = 21,957e^{3,4228x}$	0,8266
	Logaritma	$y = 9740,5\ln(x) + 3525,7$	0,6768
	Polinomial	$y = 8594,7x^2 - 11683x + 3804,4$	0,9434
	Kuadrat	$y = 984,53x^{3,6956}$	0,9285

Suhu	Persamaan	Regresi	R <sup>2</sup>
60°C	Liner	$y = 9168,3x - 6965,1$	0,8178
	Eksponensial	$y = 21,758e^{3,392x}$	0,8060
	Logaritma	$y = 9122,6\ln(x) + 3321,7$	0,6733
	Polinomial	$y = 7819,4x^2 - 10380x + 3297,9$	0,9293
	Kuadrat	$y = 942,49x^{3,6645}$	0,9192
70°C	Liner	$y = 8156,3x - 6154,1$	0,9288
	Eksponensial	$y = 21,596e^{3,342x}$	0,8364
	Logaritma	$y = 8127,9\ln(x) + 2995,6$	0,6943
	Polinomial	$y = 6849,5x^2 - 8967,5x + 2835,9$	0,9520
	Kuadrat	$y = 884,45x^{3,6143}$	0,9376
80°C	Liner	$y = 7233,7x - 5472,1$	0,8204
	Eksponensial	$y = 21,564e^{3,2617x}$	0,8348
	Logaritma	$y = 7191,8\ln(x) + 2644,8$	0,6743
	Polinomial	$y = 6308,6x^2 - 8537,7x + 2807,9$	0,9374
	Kuadrat	$y = 808,75x^{3,5189}$	0,9261
90°C	Liner	$y = 7233,7x - 5472,1$	0,8246
	Eksponensial	$y = 21,957e^{3,4228x}$	0,8266
	Logaritma	$y = 9740,5\ln(x) + 3525,7$	0,6768
	Polinomial	$y = 8594,7x^2 - 11683x + 3804,4$	0,9434
	Kuadrat	$y = 984,53x^{3,6956}$	0,9285

Di antara 5 model regresi, model polinomial dan kuadratik secara konsisten memberikan nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) di atas 0,90. Contoh grafik hubungan antara viskositas dan suhu; dan viskositas dan konsentrasi model polinomial dan kuadratik pada suhu larutan 20°C disajikan pada Gambar 1. Jika menggunakan model polinomial, kenaikan konsentrasi antara 0,5 dan 0,75% tidak akan diikuti oleh kenaikan viskositas larutan EKG (lihat bagian yang dilingkari pada Gambar 1), tapi terjadi sedikit penurunan viskositas yang secara teoritis tidak mungkin terjadi, dan data pengamatan menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi selalu menyebabkan kenaikan viskositas larutan EKG. Oleh karena itu, model polinomial tidak dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan (regresi) antara konsentrasi dan viskositas larutan EKG. Model polinomial untuk regresi antara suhu dan viskositas larutan EKG juga tidak dapat digunakan. Pada konsentrasi 1,5%, diperoleh persamaan polinomial  $y = 0,6286x^2 - 117,48x + 8599,8$  dengan  $R^2 = 0,9135$ , ( $y$  viskositas, cPs; dan  $x$  = suhu, °C) (lihat Tabel 4). Berdasarkan model ini, viskositas pada suhu 100°C lebih tinggi dibanding viskositas pada suhu 90°C. Tentu saja hal ini tidak dapat diterima karena data pengamatan menunjukkan bahwa kenaikan suhu akan menurunkan viskositas larutan EKG. Oleh karena itu, regresi kuadratik digunakan untuk menjelaskan hubungan antara suhu atau konsentrasi dan viskositas larutan EKG. Pada model ini, kenaikan konsentrasi tidak pernah menyebabkan penurunan viskositas.

**Konsentrasi (0,5 s/d 2,0%) vs viskositas EKG (cPs) pada suhu 20°C**



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas larutan EKG pada suhu 20°C

Model kuadratik untuk regresi antara suhu dan viskositas pada berbagai konsentrasi; dan antara konsentrasi dan viskositas pada berbagai suhu dari larutan EKG disajikan pada Tabel 6 dan 7.

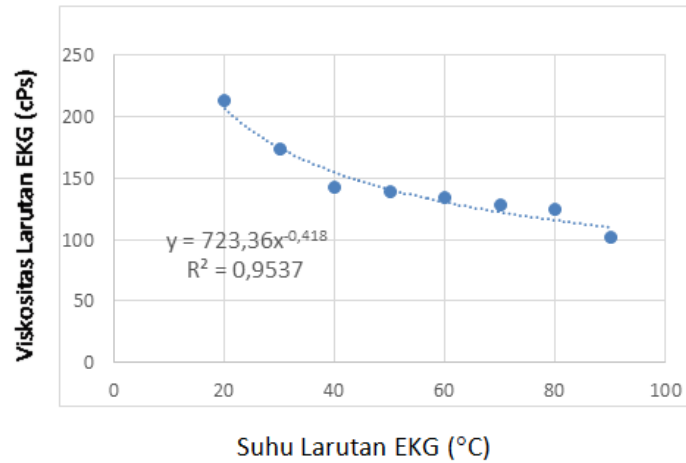
Tabel 6. Model Regresi kuadratik antara suhu (°C) dan viskositas (cPS) larutan EKG pada konsentrasi antara 0,50 dan 2,00%

Kons	Regresi	R <sup>2</sup>
0,5%	$y = 723,36x^{-0,418}$	0,9537
0,75%	$y = 827,55x^{-0,327}$	0,9816
1,00%	$y = 1903,8x^{-0,345}$	0,9661
1,25%	$y = 12396x^{-0,444}$	0,9494
1,50%	$y = 32075x^{-0,52}$	0,9521
1,75%	$y = 52189x^{-0,386}$	0,9291
2,00%	$y = 82924x^{-0,476}$	0,9690

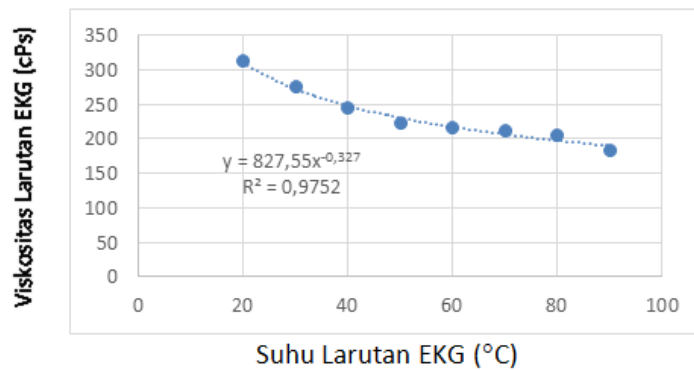
Tabel 7. Model Regresi kuadratik antara viskositas dan konsentrasi larutan EKG pada suhu antara 20 dan 90°C

Suhu	Regresi	R <sup>2</sup>
20°C	$y = 1405,9x^{3,6422}$	0,9706
30°C	$y = 1185x^{3,6416}$	0,9394
40°C	$y = 1054,5x^{3,7082}$	0,9469
50°C	$y = 984,53x^{3,6956}$	0,9285
60°C	$y = 942,49x^{3,6645}$	0,9192
70°C	$y = 884,45x^{3,6143}$	0,9376
80°C	$y = 808,75x^{3,5189}$	0,9261
<b>90°C</b>	<b><math>y = 984,53x^{3,6956}</math></b>	<b>0,9285</b>

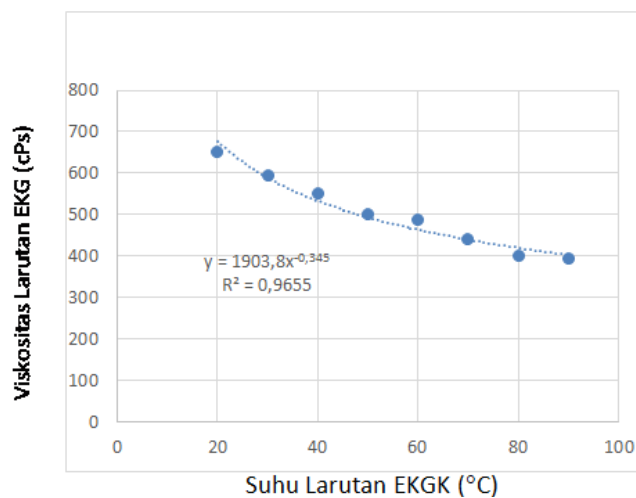
Grafik hubungan antara suhu dan viskositas pada konsentrasi larutan EKG 0,5-2,0% dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini. Model regresi yang digunakan adalah kuadratik seperti Tabel 6.



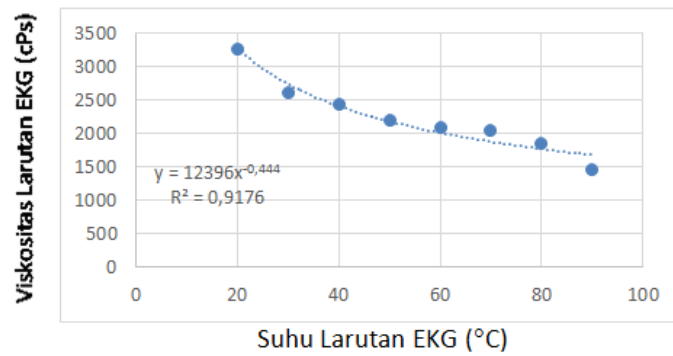
Gambar 1. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 0,5%



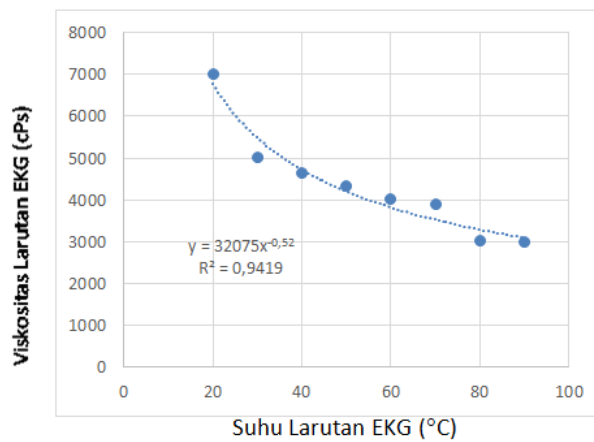
Gambar 2. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 0,75%



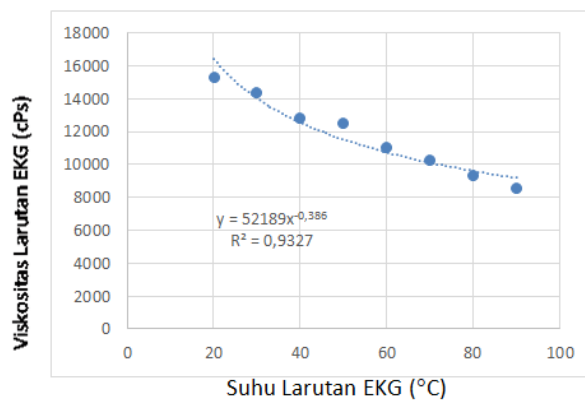
Gambar 3. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 1,00%



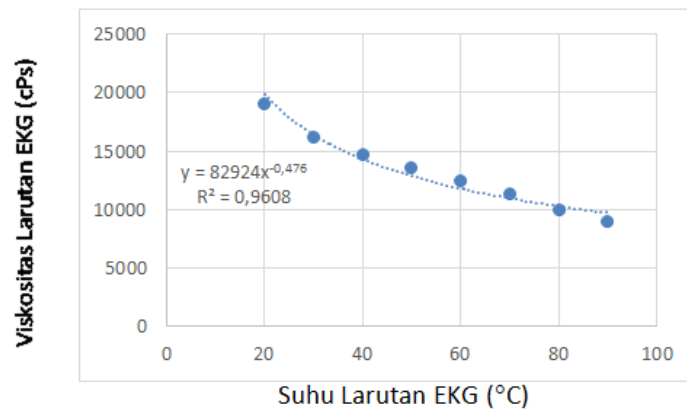
Gambar 4. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 1,25%



Gambar 5. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 1,5%

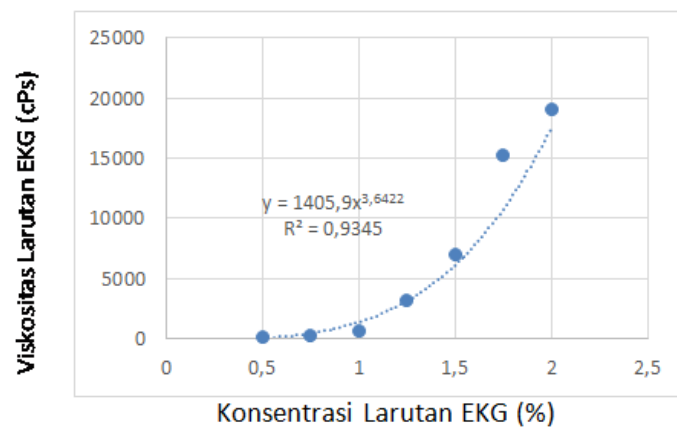


Gambar 6. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 1,75%

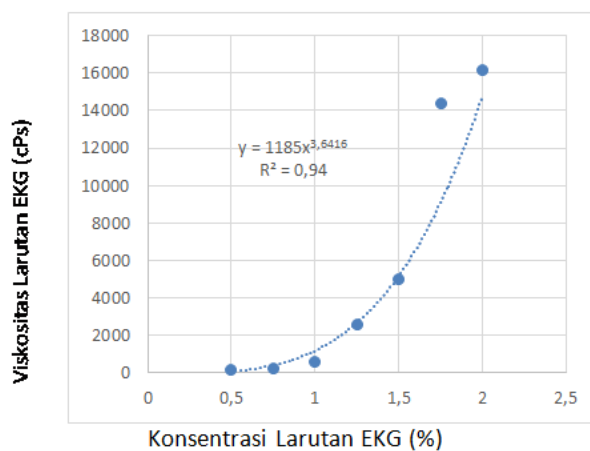


Gambar 7. Hubungan antara suhu (°C) dan viskositas (cPs) larutan EKG 2,00%

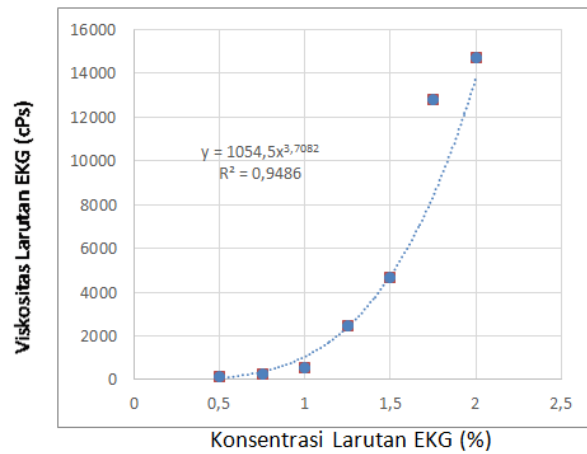
Grafik hubungan antara viskositas dan konsentrasi pada suhu 20-30°C dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15 berikut ini. Model regresi yang digunakan adalah kuadratik seperti pada Tabel 7.



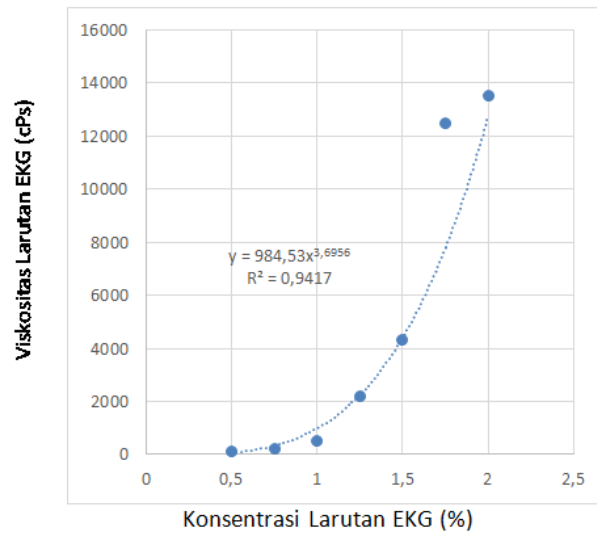
Gambar 8. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 20°C



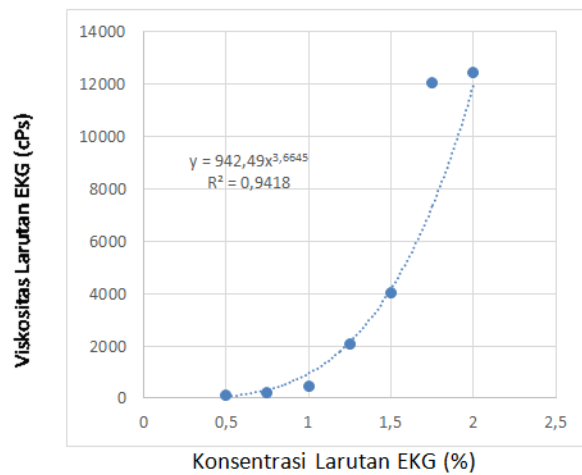
Gambar 9. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 30°C



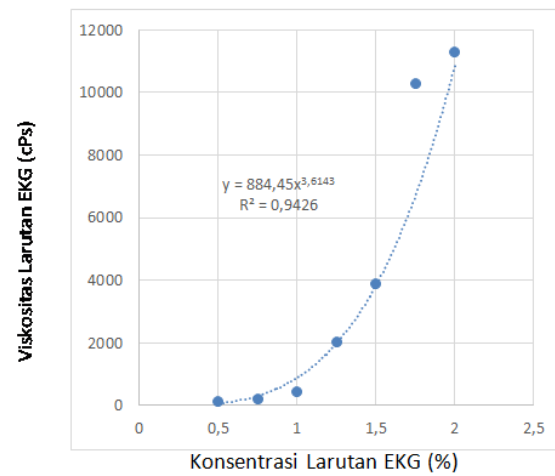
Gambar 10. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 40°C



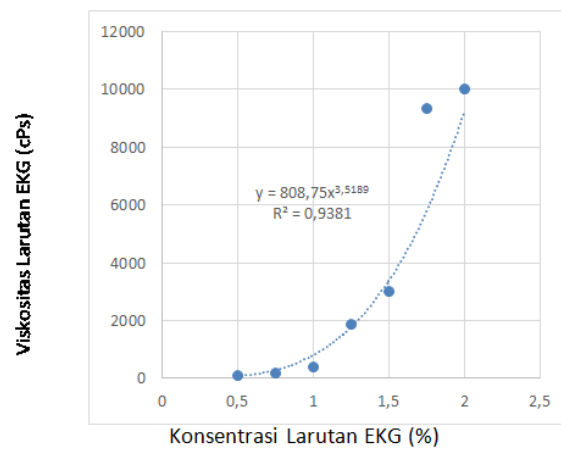
Gambar 11. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 50°C



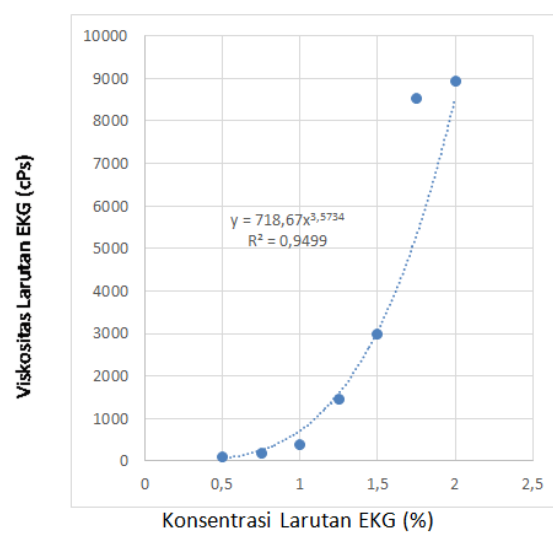
Gambar 12. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 60°C



Gambar 13. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 70°C



Gambar 14. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 80°C



Gambar 15. Hubungan antara konsentrasi dan viskositas (cPs) larutan EKG pada bersuhu 90°C

## KESIMPULAN

- 1) Model regresi antara suhu dan viskositas pada berbagai konsentrasi larutan EKG; dan model regresi antara konsentrasi dan viskositas pada berbagai suhu larutan EKG, keduanya adalah regresi kuadratik  $y=ax^n$  (y: viskositas, dan x: konsentrasi atau suhu). Secara umum, viskositas akan menurun jika suhu meningkat atau jika konsentrasi menurun
- 8) EKG dapat digunakan sebagai bahan pengental dengan kandungan galaktomannan 82,44% (kadar air 12,3%).
- 9) Larutan EKG 2% dalam air mempunyai viskositas sangat tinggi (19.070 cPS) pada suhu 20°C dan menurun seiring dengan kenaikan suhu. Walaupun demikian, pada suhu 90°C, viskositasnya masih relatif tinggi, yaitu 8.940 cPs.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asben, A., Taib, G., & Rahmawati, Y. (2019). Studi karakteristik selai kolang-kaling markisa dengan penambahan pewarna angkak. *Jurnal of Aplied Agricultral Science and Technology*, Vol 3 No 1 1-14.
- Baharuddin, & Daud, M. (2018). Pengelolaan dan pemanfaatan aren (Arenga pinnata MERR). Tidore, Maluku Utara: Dinas Kehutanan Provinsi Maluku Utara.
- Natan, F., & Emmawati, A. (2019). Pengaruh formulasi bubur kolang-kaling, sari buah naga super merah dan agar-agar terhadap sifat fisiok-kimia dan sensoris selai lembaran. *Journal of Tropical Agrifood*, Vol 1 No 1 9-18.
- Rindengan, B. (2015). Ekstrak Galaktomannan pada Daging Buah Kelapa dan Ampasnya, serta Manfaatnya untuk Pangan. *Perspektif*, Vol 14 No 1 Hal 37-49.
- Rizky, M. (2022). *Pengaruh penambahan tepung kolang kaling terhadap karakteristik sirup jambu mawar (Skripsi)*. Padang: Departeman Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Unand.
- Sarmi, Ratnani, R. D., & Hartati, I. (2016). Isolasi senyawa galaktomannan buah aren (Arengan pinnata) menggunakan beberapa jenis abu. *Momentum Vol. 12 No, 1*, 21-25.
- Silveira, J. L. (2011). Pharmaceutical use of galactomannan. *Quim. Nova, Vo. 34, No. 2*, 292-299.

## KARAKTERISTIK EKSTRAK AIR KOPI HIJAU (*COFFEA ROBUSTA*) KEPAHIANG

Hurujang<sup>1</sup>, Devi Silsia<sup>1</sup>, Yuwana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl WR Supratman Bengkulu, 38371

\*Email: [devisilsia@unib.ac.id](mailto:devisilsia@unib.ac.id)

### ABSTRAK

Kopi hijau merupakan biji kopi tanpa proses penyangraian. Ekstrak kopi hijau sangat bermanfaat bagi kesehatan. Kabupaten Kepahiang merupakan salah satu sentra penghasil kopi di Bengkulu. Mutu kopi dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh. Produk olahan kopi kepahiang yang sudah dikembangkan adalah kopi hitam. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik ekstrak kopi hijau dari berbagai ketinggian tempat tumbuh dan waktu ekstraksi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu ketinggian tempat tumbuh kopi (478, 745, dan 1000 mdpl) dan lama waktu ekstraksi (5, 10, dan 15 menit). Biji kopi yang sudah melewati pengolahan basah dihaluskan hingga 40 mesh, selanjutnya dimaserasi menggunakan pelarut air. Parameter ekstrak air yang diamati adalah warna, pH, organoleptik, kafein dan aktivitas antioksidan. Ekstrak kopi hijau memiliki warna rata-rata hijau kekuningan. Ketinggian tempat tumbuh dan lama waktu ekstraksi berpengaruh terhadap warna, pH, dan tingkat kesukaan panelis. Warna ekstrak kopi hijau semakin pekat seiring bertambahnya ketinggian tempat tumbuh kopi dan waktu ekstraksi. Ekstrak kopi hijau memiliki pH 4,54-5,06., beraroma normal seperti aroma biji kopi hijau dan berasa asam. Ekstrak kopi hijau yang disukai panelis adalah ekstrak kopi dari ketinggian 1000 mdpl dan waktu ekstraksi 10 menit, kadar kafein 0,87 % dan aktivitas antioksidan 136,15 ppm.

**Kata kunci:** antioksidan; ekstrak kopi hijau; kafein

### ABSTRACT

Green coffee is a coffee bean without a roasting process. Green coffee extract is very beneficial for health. Kepahiang Regency is one of the coffee-producing centers in Bengkulu. The quality of coffee is influenced by the altitude at which it grows. The processed coffee product from Kepahiang that has been developed is black coffee. This study aimed to obtain the characteristics of green coffee extracts from various growing heights and extraction times. The experimental design was a complete randomized design (CRD) with two factors. The first factor was the coffee growing heights of 478, 745, and 1000 MASL. The second factor was the extraction times of 5, 10, and 15 minutes. Coffee beans that have passed wet processing are mashed to 40 mesh, then macerated using water solvents. The parameters of the water extract observed were color, pH, organoleptic, caffeine, and antioxidant activity. The green coffee extract has an average yellowish-green color. The growing heights and extraction times affected the panelists' color, pH, and favorability. The color of the green coffee extract became more intense as the coffee growing heights and the extraction times. The green coffee extract had a pH of 4.54-5.06., It smelled normal like the aroma of green coffee beans, and tasted sour. The green coffee extract favored by the panelists was coffee extract from an altitude of 1000 masl and an extraction time of 10 minutes, with a caffeine content of 0.87% and antioxidant activity of 136.15 ppm.

**Keywords:** antioxidants; caffeine; green coffee extract.

## PENDAHULUAN

Kabupaten Kepahiang merupakan salah satu wilayah penghasil kopi di Provinsi Bengkulu. Kepahiang terletak di dataran tinggi pegunungan Bukit Barisan, dengan luas wilayah yaitu sekitar 66.500 hektar. Secara geografis, Kabupaten Kepahiang yang terletak di dataran tinggi yang mempunyai iklim yang sejuk dengan suhu udara rata-rata tidak lebih dari 25°C dan curah hujan yang tinggi. Kopi adalah salah satu komoditas unggulan daerah dari Kabupaten Kepahiang. Luas perkebunan kopi di kabupaten Kepahiang tahun 2021 mencapai 24,84 (ribu ha) dengan produksi 19,54 (ribu ton) (BPS Provinsi Bengkulu, 2022). Pada umumnya jenis kopi yang ditanam di Kepahiang adalah kopi robusta. Produk olahan kopi Kepahiang sampai saat ini baru sebatas kopi bubuk hitam. Perlunya pengembangan produk olahan kopi yang baru untuk menumbuhkan nilai tambah kopi di Kabupaten Kepahiang. Salah satu olahan kopi yang patut dikembangkan adalah kopi hijau.

Kopi hijau merupakan biji kopi tanpa proses penyangraian (*Roasted coffee*). Polifenol ( *5-O caffeoylquinic acid* atau asam klorogenat ) merupakan kandungan utama pada kopi hijau. Produk bubuk kopi hijau telah mulai diproduksi di berbagai daerah di Indonesia, contohnya Kopi Hijau Bromo, *Gamat Green Coffee*, dan *Green Coffe Nulife*. Masyarakat mulai mengenal kopi hijau sebagai produk pangan fungsional yang dapat meningkatkan metabolisme tubuh dan menurunkan berat badan (Haidari et al., 2017). Menurut Nenden (2018) pangan fungsional adalah pangan yang secara alami atau telah diolah, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian ilmiah dianggap memiliki berbagai macam fungsi fisiologis tertentu yang berdampak baik bagi kesehatan manusia.

Kopi hijau mengandung senyawa aktif asam klorogenat yang mampu meningkatkan metabolisme tubuh, meningkatkan oksidasi asam lemak, menurunkan kadar trigliserid di hepar, dan menghambat kerja enzim amilase dan lipase pankreas pada intestinal. Selain asam klorogenat, kandungan polifenol pada kopi juga berpotensi menurunkan akumulasi lemak visceral (Setyono et al, 2021). Ekstrak kopi hijau terbukti dapat menurunkan OS dalam tubuh, yang berkontribusi dalam terjadinya obesitas, dan menurunkan penyerapan glukosa serta meregulasi hormon-hormon lipolisis yang menyebabkan penurunan berat badan pada pasien obesitas (Natania & Sofyan, 2017). Hasil penelitian ekstrak polar kopi hijau arabika (*Coffea arabica* L.) dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit yang telah mengalami hiperglikemi (Furfon & Salfauqi 2020) dan merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan berat badan secara farmakologis (Harahap & Tanjung, 2020); (Haidari et al., 2017). Kopi hijau memiliki kadar kafein serta asam klorogenat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi yang telah disangrai sehingga kaya akan antioksidan (Patriche et al., 2015). Kopi hijau memiliki aktivitas antioksidan sebesar 2,21 mg/mL (Isnindar et al., 2017). Antioksidan pada kopi hijau berfungsi untuk mencegah penyakit degeneratif dan membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas (Purwakhidyana, 2018). Berdasarkan fungsi dari kopi hijau tersebut maka kopi hijau bisa dikatakan sebagai *food functional*

Faktor internal dan eksternal akan mempengaruhi kandungan metabolit sekunder pada suatu tumbuhan. Faktor internal seperti gen dan faktor eksternal meliputi cahaya, suhu, kelembaban, pH, kandungan nutrisi dalam tanah, ketinggian tempat dan perbedaan tempat tumbuh (Rino et al., 2019). Tanaman kopi memiliki faktor –faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, citarasa, dan mutu, yaitu salah satunya ketinggian tempat budidaya kopi. Perbedaan ketinggian tempat erat kaitannya dengan perubahan suhu, setiap kenaikan ketinggian tempat sebesar 1.000

meter akan terjadi penurunan suhu sebesar 6,5°C atau rata-rata 0,65°C per 100 meter (Juniaty *et al.*, 2015). Kadar kafein kopi yang dibudidayakan pada ketinggian 600 dan 900 mdpl lebih banyak dibandingkan pada ketinggian 1.200 mdpl (Randriani *et al.*, 2016). Perbedaan tempat tumbuhnya dapat mempengaruhi kandungan kafein dalam kopi (Burdan, 2015 & Zhang *et al.*, 2013), begitu juga dengan ketinggian tempat tumbuh (Putri & Beta, 2022)

Ekstrak kopi hijau diperoleh melalui proses ekstraksi. Penelitian Purwakhidiana, (2018) menunjukkan bahwa suhu dan lama waktu ekstraksi pada saat proses pembuatan ekstrak kopi hijau berpengaruh nyata terhadap kandungan kimia kopi hijau. Kopi hijau yang diseduh pada suhu yang semakin tinggi dan waktu penyeduhan yang semakin lama akan menyebabkan banyaknya zat kimia yang terlarut seperti kafein dan total fenolat.

Kabupaten Kepahiang merupakan sentra produsen kopi di Provinsi Bengkulu namun produknya hanya sebatas kopi hitam, untuk diversifikasi produk olahan kopi maka perlu dikembangkan kopi hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan ekstrak kopi hijau (warna, pH, dan uji organoleptik) dari berbagai ketinggian tempat budidaya, serta untuk mendapatkan kadar kafein dan aktivitas antioksidan pada ekstrak kopi hijau.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan buah kopi robusta petik merah dan bahan pendukung seperti akuades, kafein (Himedia, Mumbai India), methanol p.a (Merck, USA), larutan DPPH p.a (TCI, Japan), etanol p.a (Merck, USA), dan kloroform p.a (Merck, USA).

### Alat

Peralatan yang digunakan peralatan gelas, pengering YSD-UNIB18, neraca digital *Precisa Bj 6100d*, 1, *grinder* Miyako, oven Memmert UN 110, tanur Thermo Scientific, Spektrofotometer UV-Vis.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah ketinggian tempat budidaya kopi yang terdiri dari tiga taraf yaitu 478, 745 dan 1000 mdpl. Faktor kedua adalah lama waktu ekstraksi kopi hijau yaitu 5, 10, dan 15 menit. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali sehingga ada 27 perlakuan.

### Tahapan Penelitian

#### Proses Pembuatan Ekstrak Kopi Hijau

Prosedur pembuatan ekstrak kopi hijau merujuk pada penelitian Purwakhidiana, (2018). Tahapannya sebagai berikut :

- 1. Persiapan Bahan Baku.** Buah kopi berasal dari kebun kopi rakyat yang sedang dalam masa panen dan dari tiga tempat berdasarkan ketinggian. Sampel yang dipilih secara purposive atau sengaja. Lokasi pengambilan sampel pertama terletak di Desa Pananjung Panjang Atas Kecamatan Tebat Karai dengan ketinggian 478 mdpl. Lokasi kedua terletak di Desa Batu Bandung Kecamatan Muara Kemumu dengan ketinggian 745 mdpl. Lokasi ketiga terletak di desa Sidorejo, Kecamatan Kabawetan dengan ketinggian 1000 mdpl. Kriteria buah kopi berwarna merah menyala, seragam warna dan ukuran, dan tidak busuk.
- 2. Pengolahan Basah.** Buah kopi yang dijadikan sampel dikupas kulit buahnya (*pulping*) menggunakan mesin *pulper*. Biji kopi yang sudah dikupas kulitnya dicuci agar bersih dari

kotoran dan disortasi dari biji kopi yang busuk atau rusak. Biji kopi yang sudah disortasi selanjutnya difermentasi selama 40 jam dengan cara direndam didalam air. Biji kopi dicuci kembali untuk menghilangkan lendir-lendir yang masih menempel dan dilanjutkan pada proses pengeringan. Pengeringan hingga kadar air mencapai 6% dan menggunakan alat YSD-UNIB18. Kadar air biji kopi masih dalam rentang mutu SNI 01-2907-2008 yaitu maksimal 12,5%. Biji kopi yang telah melewati proses pengeringan dilanjutkan proses *hulling* menggunakan mesin *huller*. Porses *hulling* bertujuan untuk memisahkan kulit ari dan kulit tanduk. Biji kopi disortasi kembali agar terpisah dari biji kopi yang rusak akibat *pulping* atau *hulling*. Selanjutnya biji kopi disimpan didalam plastik kedap udara dan cahaya.

- 3. Penggilingan.** Biji kopi yang sudah melewati pengolahan basah selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran menggunakan *grinder*. Bubuk kopi hasil *grinder* diayak menggunakan ayakan ukuran 40 mesh.
- 4. Ekstraksi.** Bubuk kopi hijau diekstraksi secara maserasi menggunakan air sebagai pelarut. Rasio bubuk kopi hijau dan air adalah 1:40. Proses ekstraksi kopi hijau dilakukan selama 5, 10, dan 15 menit dengan suhu 70°C.
- 5. Penyaringan.** Bubuk kopi hijau yang telah diekstraksi disaring dengan kertas saring secara perlahan. Filtrat yang dihasilkan selanjutnya diuji.

### Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah (1) karakteristik bubuk kopi hijau yaitu kadar air dan kadar abu dan dibandingkan dengan kopi hitam. (BSN, 2004). (2) Ekstrak kopi hijau yaitu : a. warna diamati menggunakan aplikasi *munsell colour chart*. Setiap sampel ekstrak kopi hijau dicocokkan dengan warna pada *munsell colour chart*. b. pH menggunakan pH meter. c. Uji organoleptik yang dilakukan menggunakan metode uji hedonik, untuk mendapatkan tingkat kesukaan panelis pada ekstrak kopi hijau. Sampel ekstrak kopi hijau yang diuji oleh panelis terdiri dari 9 sampel. Panelis pada uji ini adalah panelis tidak terlatih. Panelis berjumlah 27 orang. Sebelum panelis melakukan uji hedonik dijelaskan terlebih dahulu tentang ekstrak kopi hijau yang berbeda dengan bubuk kopi biasa. Panelis akan diminta memberikan skor penilaian pada warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan (*overall*) ekstrak kopi hijau. d. Ekstrak kopi hijau yang paling disukai oleh panelis diuji kadar kafein menggunakan spektrofotometer dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

### Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif dan analisis parametrik. Data yang dianalisis deskriptif yaitu kadar air, kadar abu, warna, kadar kafein, dan aktivitas antioksidan. Data yang dianalisis statistik parametrik yaitu pH, dan uji organoleptik. Analisis statistik parameterik menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

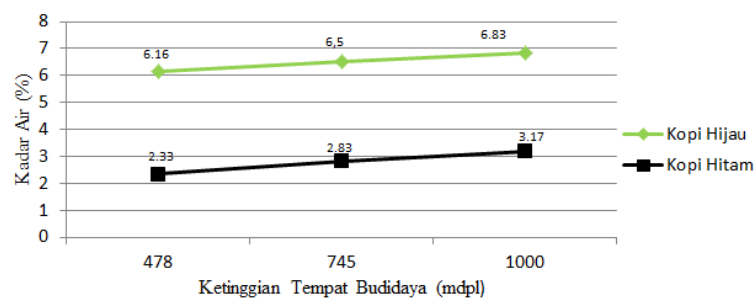
### Karakteristik Bubuk Kopi Hijau

#### Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik yang akan mempengaruhi mutu kopi. Kadar air berkaitan dengan daya simpan produk untuk mencegah perubahan warna, tumbuhnya jamur

dan mikroorganisme lainnya. Kadar air suatu produk yang rendah dapat menjaga ketahanan produk dari kerusakan mikroorganisme selama penyimpanan (Sitorus, 2019). Hasil uji kadar air pada bubuk kopi hijau dapat dilihat pada Gambar 1.

Bubuk kopi hijau dengan kadar air tertinggi sebesar 6,83 % diperoleh dari sampel pada ketinggian tempat budidaya kopi 1000 mdpl yang terendah sebesar 6,17 % pada ketinggian tempat budidaya kopi 478 mdpl. Kadar air bubuk kopi hitam yang tertinggi dan terendah terdapat pada ketinggian budidaya kopi yang sama dengan kopi hijau. Kadar air bubuk kopi hijau lebih tinggi dibandingkan dengan bubuk kopi hitam karena bubuk kopi hijau tidak mengalami penyangraian

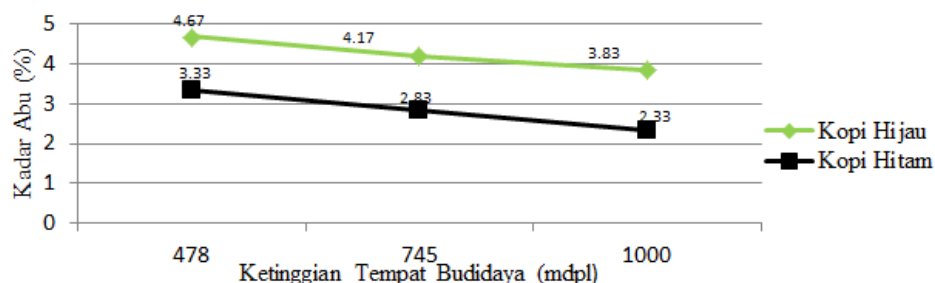


Gambar 1. Hubungan antara kadar air (%) bubuk kopi hijau dan bubuk kopi hitam terhadap ketinggian tempat budidaya.

Dari gambar 1 dapat kita lihat bahwa, semakin tinggi tempat budidaya kopi maka semakin tinggi pula kadar air kopi bubuk yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hidayatullah (2020), bahwa kadar air pada kopi akan semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya elevasi tempat tumbuh kopi tersebut. Kadar air bubuk kopi hijau yang dihasilkan masih dalam kategori SNI 01-3542-2004 yaitu maksimum kadar air kopi bubuk adalah 7 %.

### Kadar Abu

Kadar abu merupakan representasi kandungan mineral pada kopi atau seluruh bahan anorganik dalam produk yang tersisa setelah dilakukan pengabuan (Tarigan, 2017). Menurut SNI 01-3542-2004, kadar abu maksimal pada kopi bubuk sebesar 5%. Hasil uji kadar abu bubuk kopi hijau dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara kadar abu (%) bubuk kopi hijau dan bubuk kopi hitam terhadap ketinggian tempat budidaya.

Kadar abu bubuk kopi hijau tertinggi terdapat pada sampel dengan ketinggian tempat budidaya kopi 478 mdpl sebesar 4,67 % dan yang terendah terdapat pada ketinggian tempat budidaya kopi 1000 mdpl sebesar 3,83 %. Bubuk kopi hijau memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan bubuk kopi hitam, hal ini disebabkan karena kopi hitam mengalami proses penyangraian sedangkan pada bubuk kopi hijau tidak mengalami penyangraian. Kadar abu bubuk kopi hijau yang dihasilkan sesuai dengan SNI 01-3542-2004 bahwa kadar abu kopi bubuk maksimal 5%.

Kadar abu yang terdapat pada bubuk kopi mengalami penurunan seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya kopi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Towaha *et al.*, (2014) dan Hidayatullah, (2020), bahwa kadar abu yang terdapat pada kopi semakin rendah seiring dengan semakin tingginya elevasi penanaman kopi. Perbedaan kadar abu atau kandungan mineral pada bubuk kopi hijau yang didapat disebabkan oleh faktor lokasi penanaman/budidaya dan faktor lingkungan. Faktor tersebut merupakan faktor non genetik sebagai salah satu faktor penting penentu tinggi rendahnya kandungan mineral pada kopi, kandungan mineral yang tinggi menyatakan baiknya kualitas biji kopi hijau (Sitorus, 2019).

### **Karakteristik Ekstrak Kopi Hijau**

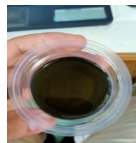
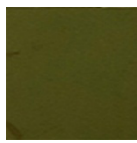
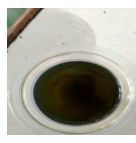
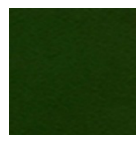


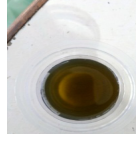

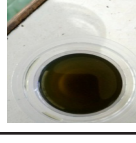

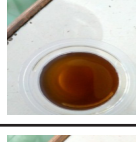
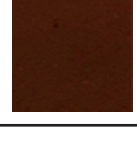
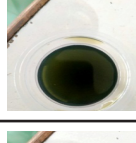
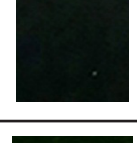
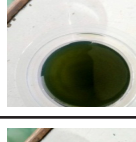
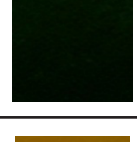
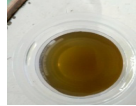
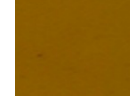
#### **Warna**

Analisis warna bubuk kopi hijau dilakukan untuk mengetahui kualitas bahan yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menilai suatu pengolahan berjalan baik atau tidak (Sitorus, 2019). Warna memegang peranan yang penting dalam mutu produk dan selera konsumen (DeMan, 1997). Faktor warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan (Winarno, 2004).

Uji warna pada ekstrak kopi hijau menggunakan *munsell color chart*. Dimensi-dimensi warna yang terdapat pada *munsell color chart* ada tiga yaitu, *hue*, *value* dan *chroma*. *Hue* merupakan nama-nama warna yang dibagi menjadi lima yaitu, red, green, blue, yellow, dan purple. *Value* merupakan tingkatan atau urutan kecerahan suatu warna. *Chroma* yaitu nilai yang menyatakan kekuatan atau kelemahan warna. Diagram hasil uji warna ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Warna ekstrak kopi hijau yang diperoleh berbeda-beda, hal ini diduga karena perbedaan perlakuan yaitu perbedaan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi. Warna ekstrak kopi hijau yang dihasilkan pada umumnya berwarna hijau kekuningan. Warna ekstrak kopi hijau yang diperoleh semakin hijau pekat seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya kopi. Lama waktu ekstraksi juga mempengaruhi warna ekstrak kopi hijau yang dihasilkan. Warna ekstrak kopi hijau akan menjadi semakin kuning seiring dengan semakin lamanya waktu ekstraksi. Lama ekstraksi akan mempengaruhi kadar bahan terlarut, intensitas warna, dan aroma.

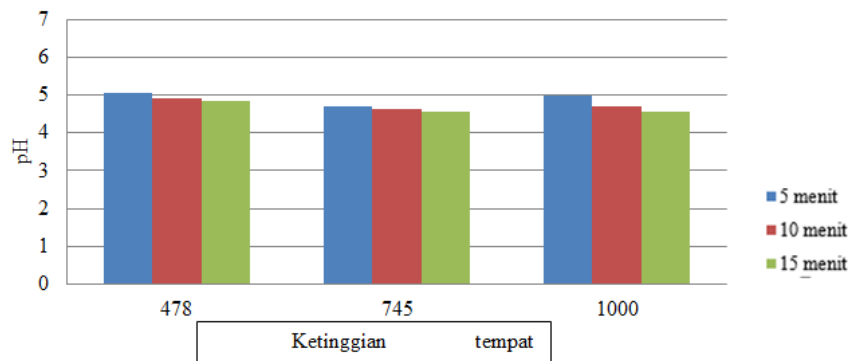
Tabel 1. Hasil uji warna ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi.

Sampel		Foto Sampel	Warna	
Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	Waktu Ekstraksi (Menit)			
478	5		2.5 GY 5/4	
	10		5 GY 4/4	
	15		2.5 Y 6/6	
745	5		5Y 5/6	
	10		5 Y 5/4	
	15		7.5 YR 4/4	
1000	5		7.5 GY 3/2	
	10		5 GY 3/4	
	15		5Y 6/8	

Proses ekstraksi yang semakin lama akan menimbulkan kontak antara air penyeduh dengan dengan bubuk kopi hijau semakin lama juga sehingga proses ekstraksi menjadi lebih sempurna (Purwakhidiana, 2018).

## pH

Nilai pH yang terdapat pada kopi terbentuk dari kandungan asam yang terdapat pada kopi. Asam yang terkandung pada kopi yaitu asam-asam karboksilat seperti asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat (Sitorus, 2019). Hasil uji pH pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik hasil uji pH ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi.

Hasil analisis menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikan 5% menunjukkan bahwa ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap nilai pH ekstrak kopi hijau. Interaksi antara ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh tidak nyata terhadap nilai pH ekstrak kopi hijau. Nilai pH yang terdapat pada ekstrak kopi hijau mengalami penurunan seiring dengan semakin lama waktu ekstraksi dan semakin tingginya tempat budidaya kopi. Hasil uji DMRT nilai pH ekstrak kopi hijau dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Hasil analisis uji DMRT berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berbeda nyata terhadap nilai pH ekstrak kopi hijau. Nilai pH ekstrak kopi hijau dengan asam tertinggi terdapat pada ketinggian tempat budidaya kopi 745 mdpl dan lama waktu ekstraksi 15 menit sebesar 4,54. Nilai pH ekstrak kopi hijau dengan asam terendah terdapat pada ketinggian tempat budidaya 478 mdpl dan waktu ekstraksi 5 menit sebesar 5,06. Nilai pH ekstrak kopi hijau yang dihasilkan berada diatas 4 maka masih layak dikonsumsi (Ridwansyah, 2003).

Tabel 2. Hasil uji DMRT nilai pH ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya

Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	pH
478	
745	
1000	

Tabel 3 Hasil uji DMRT nilai pH Ekstrak kopi hijau berdasarkan lama waktu ekstraksi

Lama Waktu Ekstraksi (menit)	pH
5	
10	
15	

Nilai pH kopi dipengaruhi oleh lokasi atau tempat tumbuh tanaman, besar kecilnya suhu pemanggangan, jenis pemanggang, dan metode pemasakan (Sitorus, 2019). Selain itu, nilai pH pada ekstrak kopi hijau juga dipengaruhi oleh lama waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi yang singkat menyebabkan senyawa-senyawa yang terdapat pada ekstrak kopi hijau belum larut secara sempurna. Penelitian Nindyasari, (2012) menyatakan bahwa penyeduhan kopi hijau dengan waktu penyeduhan yang terlalu singkat menjadi kurang efisien karena kelarutan senyawa belum mencapai titik yang optimal, hal ini dikarenakan rasa asam pada kopi terbentuk dari kandungan senyawa yang ada dalam kopi. Asam yang terdapat pada kopi yaitu asam-asam karboksilat seperti asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, dan asam quinat.

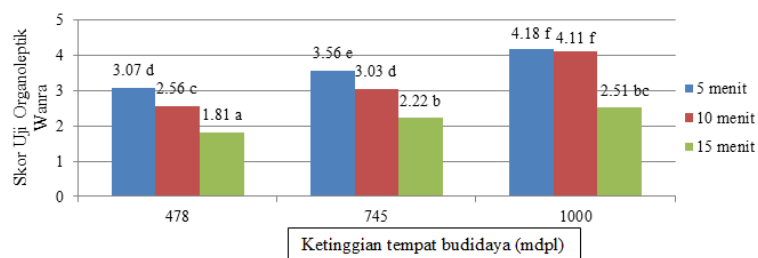
### Uji Organoleptik

Uji organoleptik untuk mengetahui pengaruh tingkat kesukaan panelis terhadap ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi. Panelis pada uji ini adalah panelis tidak terlatih, jumlah panelis terdiri dari 27 orang. Panelis melakukan uji pada 9 sampel ekstrak kopi hijau.

Panelis diminta memberikan penilaian terhadap atribut sensori yaitu warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan. Keterangan skor penilaian yang dipakai yaitu skor 1 untuk sangat tidak suka, skor 2 untuk tidak suka, skor 3 untuk kurang suka, skor 4 untuk suka, dan skor 5 untuk sangat suka. Sebelum panelis melakukan uji organoleptik pada sampel, peneliti menjelaskan terlebih dahulu tentang ekstrak kopi hijau yang berbeda dengan bubuk kopi hitam bahwa perbedaan antara ekstrak kopi hijau dengan kopi hitam tampak sangat nyata.

### Uji Organoleptik Warna Ekstrak Kopi Hijau

Pengujian kenampakan bahan menjadi hal yang umum untuk mengukur kualitas setiap material. Warna memegang peranan yang penting dalam mutu produk dan selera konsumen (De Man, 1997). Analisis warna dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan warna yang disukai oleh panelis pada ekstrak kopi hijau. Hasil uji organoleptik warna dapat dilihat pada Gambar 4.



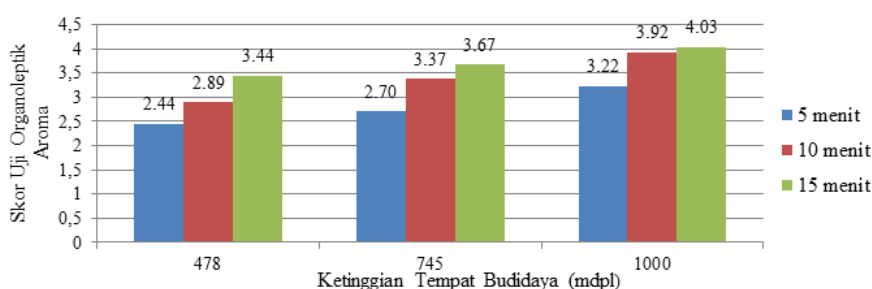
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

Gambar 4. Grafik hasil uji organoleptik warna pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Hasil analisis menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikan 5%, memperlihatkan bahwa ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada warna ekstrak kopi hijau. Interaksi antara ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi juga berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada warna ekstrak kopi hijau. Berdasarkan hasil uji DMRT, ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada warna ekstrak kopi hijau. Warna ekstrak kopi hijau yang paling disukai panelis terdapat pada ketinggian tempat budidaya 1000 mdpl dan lama waktu ekstraksi 5 menit yaitu warna 7.5 GY 3/2, sedangkan warna yang paling tidak disukai panelis yaitu terdapat pada ketinggian 475 mdpl dan lama waktu ekstraksi 15 menit yaitu warna 2.5 Y 6/6. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna ekstrak kopi hijau mengalami peningkatan seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya dan semakin singkat waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi yang terlalu lama membuat ekstrak kopi hijau menjadi berwarna kuning sehingga menghilangkan esensi warna hijau. Panelis lebih menyukai warna ekstrak kopi berwarna hijau atau hijau pekat dibandingkan warna hijau kekuningan atau kuning.

### Uji Organoleptik Aroma Ekstrak Kopi Hijau

Aroma merupakan salah satu parameter dalam pengujian sifat sensori (organoleptik) dengan menggunakan indera penciuman. Aroma dapat diterima apabila bahan yang dihasilkan mempunyai aroma spesifik. Hasil uji organoleptik aroma dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hasil uji organoleptik aroma pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Hasil analisis menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikan 5% bahwa ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada aroma ekstrak kopi hijau. Interaksi antara ketinggian tempat budidaya dan waktu ekstraksi berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada aroma ekstrak kopi hijau. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik aroma ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budi daya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik aroma ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya

Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	Penerimaan terhadap Aroma
478	
745	
1000	

Tabel 5. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik aroma ekstrak kopi hijau berdasarkan lama waktu ekstraksi

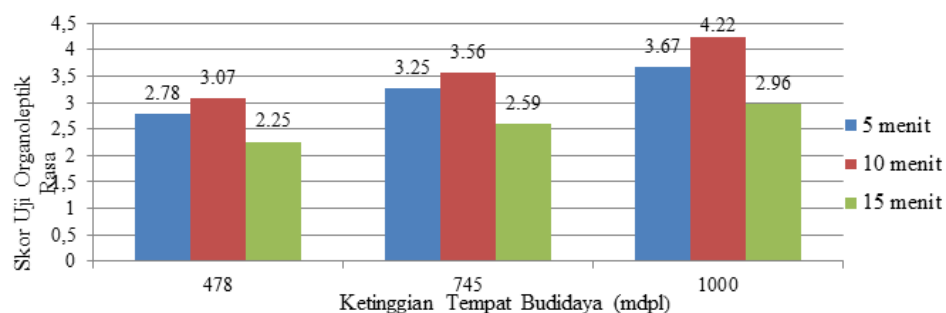
Lama Waktu Ekstraksi (menit)	Penerimaan terhadap Aroma
5	
10	
15	

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada aroma ekstrak kopi hijau. Aroma ekstrak kopi hijau yang paling disukai panelis terdapat pada ketinggian tempat budidaya 1000 mdpl dan lama waktu ekstraksi 15 menit, sedangkan aroma yang paling tidak disukai terdapat pada ketinggian tempat budidaya 475 mdpl dan lama waktu ekstraksi 5 menit. Aroma yang terdapat pada ekstrak kopi hijau semakin disukai panelis seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya dan semakin lama waktu ekstraksi. Aroma ekstrak kopi hijau yang dihasilkan pada umumnya berbau normal seperti aroma biji kopi hijau.

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap rasa dan aroma kopi, nilai keasaman yang tinggi akan memberikan kualitas aroma kopi yang lebih baik. Senyawa-senyawa yang memiliki peranan penting untuk membentuk aroma kopi seperti asam klorogenat, kafein, dan trigonelin (Sitorus, 2019). Faktor yang mempengaruhi aroma kopi selain senyawa volatil yaitu tempat penanaman yang ideal dan mutu kopi. Tempat penanaman yang ideal meliputi tanah yang subur, suhu udara yang tepat, dan kualitas penyinaran yang baik. Mutu kopi juga faktor penentu dalam menghasilkan aroma kopi, semakin baik mutu kopi beras maka aroma kopi yang dihasilkan akan semakin baik pula. Kopi juga menghasilkan aroma yang berbeda pada setiap daerah penghasil kopi (Sulistiyowati, 2002).

### Uji Organoleptik Rasa Ekstrak Kopi Hijau

Rasa ekstrak kopi hijau didapatkan pada umumnya rasa asam. Nilai pH ekstrak kopi hijau yang dihasilkan berada di atas 4 maka masih layak dikonsumsi (Ridwansyah, 2003). Grafik hasil uji organoleptik rasa ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hasil uji organoleptik rasa pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Analisis menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikan 5% menunjukkan bahwa ketinggian tempat budidaya dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada rasa ekstrak kopi hijau. Interaksi antara ketinggian tempat budidaya dan waktu ekstraksi berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada rasa ekstrak kopi hijau. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik rasa ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budi daya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik rasa ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya

Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	Penerimaan terhadap Rasa
478	
745	
1000	

Tabel 7. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik rasa ekstrak kopi hijau berdasarkan lama waktu ekstraksi

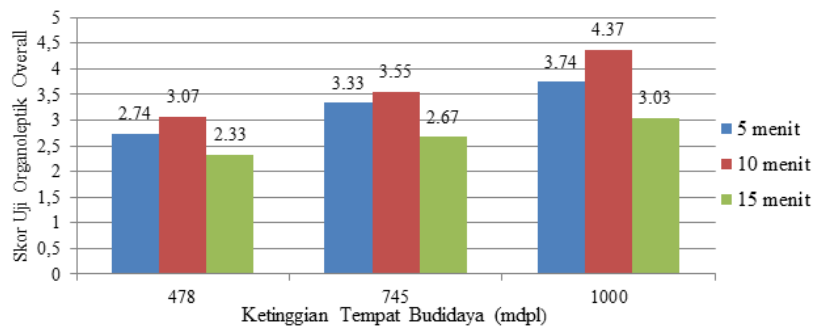
Lama Waktu Ekstraksi (menit)	Penerimaan terhadap Rasa
5	
10	
15	

Hasil uji DMRT pada organoleptik rasa ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berbeda nyata. Rasa ekstrak kopi hijau yang paling disukai panelis terdapat pada perlakuan ketinggian tempat budidaya kopi 1000 mdpl dan lama waktu ekstraksi 10 menit. Rasa ekstrak kopi hijau paling tidak disukai panelis terdapat pada perlakuan ketinggian tempat budidaya kopi 478 mdpl dan lama waktu ekstraksi 15 menit. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ekstrak kopi hijau mengalami peningkatan seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya kopi dan waktu ekstraksi yang tidak terlalu singkat dan tidak terlalu lama.

Rasa yang dihasilkan pada ekstrak kopi hijau yaitu rasa asam dan normal seperti rasa biji kopi hijau. Rasa asam/*acidity* pada kopi dibentuk dari asam malat, asam sitrat dan asam klorogenat. Citarasa pada ekstrak kopi hijau juga dipengaruhi oleh proses fermentasi saat pengolahan basah, sebab pada saat proses fermentasi biji kopi terjadi peristiwa kimiawi yang sangat berguna dalam pembentukan karakter citarasa kopi. Senyawa pembentuk citarasa kopi yaitu senyawa prekursor seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi. Kopi hijau juga memiliki rasa dan aroma yang rendah dibandingkan kopi sangrai, hal ini terbukti karena proses penyangraian mengakibatkan senyawa volatile pada biji kopi menguap sehingga menghasilkan aroma kopi yang khas (Sitorus, 2019).

### Uji Organoleptik Penerimaan Keseluruhan Ekstrak Kopi Hijau

Penerimaan keseluruhan ekstrak kopi hijau didasari atas tingkat kesukaan panelis terhadap keseluruhan ekstrak kopi hijau yaitu warna, aroma, dan rasa. Grafik hasil uji organoleptik penerimaan keseluruhan pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil uji organoleptik penerimaan keseluruhan pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikan 5%, bahwa ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan pada ekstrak kopi hijau. Interaksi antara ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kesukaan secara keseluruhan pada ekstrak kopi hijau. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik penerimaan keseluruhan ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budi daya dan lama waktu ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9

Tabel 8. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik penerimaan keseluruhan ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budaya

Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	Penerimaan terhadap Keseluruhan
478	
745	
1000	

Tabel 9. Hasil uji DMRT pada uji organoleptik penerimaan keseluruhan ekstrak kopi hijau berdasarkan lama waktu ekstraksi

Lama Waktu Ekstraksi (menit)	Penerimaan terhadap Keseluruhan
5	
10	
15	

Hasil uji DMRT pada uji organoleptik penerimaan keseluruhan ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi berbeda nyata. Panelis menyukai ekstrak kopi hijau secara keseluruhan terdapat pada perlakuan ketinggian tempat budidaya 1000 mdpl dan waktu ekstraksi 10 menit. Ekstrak kopi hijau secara keseluruhan yang paling tidak disukai panelis terdapat pada perlakuan ketinggian tempat budidaya 478 mdpl dan waktu ekstraksi 15 menit. Panelis sangat menyukai ekstrak kopi hijau seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya kopi dan lama waktu ekstraksi yang tidak terlalu singkat dan tidak terlalu lama.

Perbedaan penerimaan keseluruhan panelis terhadap ekstrak kopi hijau disebabkan faktor perlakuan yang dilakukan yaitu ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi. Warna, aroma, dan rasa ekstrak kopi hijau dipengaruhi oleh iklim tempat tumbuh kopi, nutrisi saat pertumbuhan, dan proses pengolahannya. Ekstraksi kopi hijau dengan waktu yang terlalu singkat menjadi kurang efisien karena kelarutan senyawa belum mencapai titik yang optimal, sebab rasa asam pada kopi terbentuk dari kandungan senyawa yang ada dalam kopi. Waktu ekstraksi yang terlalu lama juga membuat rasa asam pada kopi terlalu tinggi, panelis tidak menyukai tingkat rasa asam yang tinggi pada ekstrak kopi hijau.

### Kadar Kafein

Uji kadar kafein ekstrak kopi hijau dilakukan pada perlakuan yang paling disukai panelis berdasarkan uji organoleptik di setiap masing-masing ketinggian tempat budidaya. Perlakuan yang paling disukai panelis disetiap ketinggian tempat budidaya yaitu ekstrak kopi hijau dengan lama waktu ekstraksi 10 menit. Kadar kafein ekstrak kopi hijau dibandingkan dengan kadar kafein kopi hitam dengan perlakuan yang sama. Hasil uji kadar kafein dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji kadar kafein pada ekstrak kopi hijau berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Sampel		Kadar Kafein(%)
Ketinggian Tempat Budidaya (mdpl)	Waktu Ekstraksi (menit)	
478	10	0,5
745		0,6
1000		0,85
Kopi Hitam		2,06

Ekstrak kopi hijau mengandung kafein lebih sedikit dibandingkan kadar kafein pada kopi hitam. Kadar kafein pada ekstrak kopi hijau pada ketinggian 478, 745, dan 1000 mdpl dengan waktu ekstraksi yang sama yaitu 10 menit masing-masing didapat sebesar 0,5%, 0,60%, dan 0,85%, sedangkan pada kopi hitam mengandung kafein sebesar 2,06%. Kadar kafein antara ekstrak kopi hijau dan kopi hitam memiliki perbedaan yang cukup signifikan.

Kafein yang terkandung pada ekstrak kopi hijau semakin banyak seiring dengan semakin tingginya tempat budidaya kopi. Pertumbuhan kopi pada ketinggian yang tinggi memang lambat namun hasil buah kopi yang lebih padat dan kandungan kimia yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Towaha *et al.*, (2014) dan Hidayatullah, (2020) menyatakan bahwa kafein yang terdapat pada kopi semakin banyak seiring dengan semakin meningkatnya elevasi tempat tumbuh kopi.

Perbedaan kadar kafein pada ekstrak kopi hijau dengan kopi hitam disebabkan juga karena perbedaan proses yaitu adanya proses penyangraian pada kopi hitam, sebab proses penyangraian dapat mengurangi asam klorogenat menjadi asam quinat dan asam kafeat serta meningkatkan kadar kafein. Peningkatan kadar kafein berdasarkan lama waktu ekstraksi dipengaruhi oleh panjangnya waktu yang digunakan saat ekstraksi, karena terdapat hubungan antara waktu ekstraksi dan senyawa yang terekstrak. Kadar kafein yang terdapat pada ekstrak kopi hijau semakin meningkat apabila waktu ekstraksi yang dilakukan semakin lama, sebab kemampuan pelarut semakin besar pula untuk menembus dinding sel dan melarutkan zat aktif (Purwakhidiana, 2018).

## Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan diuji pada ekstrak kopi hijau yang paling disukai panelis yaitu ketinggian tempat budidaya kopi 1000 mdpl dan waktu ekstraksi 10 menit. Aktivitas antioksidan ekstrak kopi hijau dibandingkan dengan aktivitas antioksidan kopi hitam. Metode yang digunakan dalam menentukan aktivitas antioksidan yaitu metode *1,1-difenil-2-pikrihidazil* (DPPH). Aktivitas antioksidan digambarkan dengan nilai IC50 yang berarti kemampuan untuk meredam 50% radikal bebas pada konsentrasi tertentu. Menurut Molyneux (2004), semakin kecil nilai IC50 suatu bahan pangan maka semakin besar kemampuannya dalam menangkap radikal bebas atau artinya bahan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Tingkat kekuatan antioksidan dengan metode DPPH dikatakan aktif apabila nilai IC50 mencapai 50-100 ppm, sedangkan intensitas antioksidan yang sedang apabila nilai IC50 dalam range 101-150 ppm (Zuhra *et al.*, 2008). Hasil uji aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji aktivitas antioksidan pada ekstrak kopi hijau terbaik berdasarkan ketinggian tempat budidaya dan lama waktu ekstraksi

Sampel	Nilai Antioksidan IC50 (ppm)	Intensitas
Ekstrak Kopi Hijau	136,15	Sedang
Kopi Hitam	182,87	Lemah

Ekstrak kopi hijau memiliki nilai antioksidan sebesar 136,15 ppm dan pada kopi hitam 182,87 ppm. Nilai antioksidan pada ekstrak kopi hijau lebih kecil jika dibandingkan dengan kopi hitam. Aktivitas antioksidan pada ekstrak kopi hijau menunjukkan intensitas sedang, sedangkan pada kopi hitam menunjukkan intensitas lemah. Aktivitas antioksidan kopi hitam dengan intensitas lemah disebabkan perlakuan penyangraian, sebab penyangraian mempercepat oksidasi terhadap antioksidan yang terkandung maka akan mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan (Wirani, 2017).

Purwakhidiana, (2018) menyatakan bahwa meningkatnya aktivitas antioksidan juga disebabkan faktor suhu dan lama waktu ekstraksi. Aktivitas antioksidan yang terdapat pada ekstrak kopi hijau semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya suhu dan lama waktu ekstraksi. Zat aktif yang paling utama pada ekstrak kopi hijau yaitu total fenol. Aktivitas antioksidan ekstrak kopi hijau juga dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian tempat budidaya, tingkat kematangan, dan kondisi penyimpanan (Sitorus, 2019). Menurut Towaha (2014), bahwa kopi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi seiring dengan semakin tingginya elevasi tumbuh kopi. Pertumbuhan kopi pada ketinggian yang lebih tinggi memang lambat namun hasil buah kopi yang lebih padat dan kandungan kimia yang lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Bubuk kopi hijau pada ketinggian tempat budidaya kopi 478, 745, dan 1000 mdpl memiliki kadar air dan kadar abu secara berturut-turut yaitu 6,17 %, 6,65 %, 6,83 %, dan kadar abu sebesar 4,67 %, 4,16 %, dan 3,83 %. Ekstrak kopi hijau memiliki warna rata-rata hijau kekuningan. Warna ekstrak kopi hijau yang diperoleh lebih hijau pekat seiring dengan lebih tingginya tempat budidaya kopi. Warna ekstrak kopi hijau juga semakin kuning seiring dengan semakin lamanya waktu ekstraksi. Nilai pH ekstrak kopi hijau berada dalam rentang

4,54-5,06. Ekstrak kopi hijau rata-rata beraroma normal seperti aroma biji kopi hijau dan mempunyai rasa asam. Ekstrak kopi hijau yang disukai panelis yaitu pada ketinggian tempat budidaya 1000 mdpl dan waktu ekstraksi 10 menit dengan kadar kafein sebesar 0,87 % dan aktivitas antioksidan 136,15 ppm dengan intensitas sedang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2022. *Kabupaten Kepahiang dalam Angka 2022*. Badan Pusat Statistik. Kepahiang
- BSN. (2004). SNI 01-3542-2004 Kopi Bubuk. *Badan Standar Nasional*.
- Burdan, F. (2015). Content of caffeine in coffee and in nutritional and medical products. *Phytochemistry*. 31: 1271-1272
- DeMan, J.H. 1997. *Kimia Makanan*. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung. 550 hal
- Furqan, M., & S. Nurman, 2020. Ekstrak Polar Kopi Hijau Arabika (*Coffea Arabica* L.) sebagai Antihiperlikemi pada Mencit (*Mus musculus*). *Journal of Healthcare Technology and Medicine* 6 (2). 1323-1331
- Haidari, F., Samadi, M., Mohammadshahi, M., Jalali, M. T., Engali, K. A.. 2017. Energy restriction combined with green coffee bean extract affects serum adipocytokines and the body composition in obese women. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 26(6), 1048–1054.
- Harahap, Y.W., dan W.W. Tanjung. (2020). Pengaruh Asam Klorogenat pada Kopi Hijau Terhadap Penurunan Berat Badan Wanita Obesitas. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan* 8(1): 49-53
- Hidayatullah, A.F. (2020). Pengaruh Lingkungan dan Elevasi Terhadap Kualitas Fitokimia dan Cita Rasa Kopi Robusta Muria Kudus. *Jurnal Bioterdidik* 8(3) : 17-35.
- Isnindar, S. Wahyuono, dan S. Widyarini. (2017). Aktivitas Antioksidan Buah Kopi Hijau Merapi. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research* 02: 130-136.
- Juniaty, T., E. H. Purwanto, dan H. Supriadi. (2015). Atribut Kualitas Kopi Arabika pada Tiga Ketinggian Tempat di Kabupaten Garut. *Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar*. Sukabumi. 2(1): 29–34.
- Molyneux, P. 2004. *The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity*. *J. Sci. Technol* 26 (2) : 211- 219.
- Natania, O., & S. Musyabiq. 2017. Efektivitas Asam Klorogenik dalam Ekstrak Kopi Hijau untuk Penurunan Berat Badan Pasien Obesitas. *Majority*, 7 (1). 94-99
- Nenden, I. 2018. *Biokimia Berorientasi Pada Analisis Pangan Fungsional* (Imanda (Ed.); Pertama). PT. Lontar Digital Asia
- Nindyasari. 2012. *Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan kopi hijau serta proses pencernaan in vitro terhadap aktivitas inhibisi lipase*. Skripsi. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Patriche, S., Boboc, M., and Leah, V. 2015. *Presented at the 7 th International Symposium*

*EuroAliment 2015 with Antioxidant Potential from.* 39, 88–95

- Purwakhidyana, R. (2018). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia Kopi Hijau (*Coffea canepora* P.). *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang. Semarang.
- Putri, M. K. & Beta R. E. M. D. 2022. Pengaruh Daerah Tempat Tumbuh Terhadap Kadar Kafein Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*). *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*. 7 (1): 33-42 2022
- Randriani, E., D.H. Supriadi, dan Syaffaruddin. (2016). Ekspresi Fenotipik Klon Kopi Robusta “Sidodadi” Pada Tiga Ketinggian Tempat. *Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar* 3(3): 151-158.
- Ridwansyah. 2003. *Pengolahan Kopi*. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rino, H. H. K., Sesilia, A. W. & Tumewu, P. (2019). Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder pada Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.), *Cocos*, 4 (1), 1-6
- Setyono, J., D.A. Nugroho, Mustofa, Saryono. 2021. Efek Orlistat, Ekstrak Biji Kopi Hijau, Dan Kombinasinya Terhadap Kadar Adiponektin Dan Profil Lipid. <https://www.researchgate.net/publication/327302064> (Akses Oktober 2022)
- Sitorus, H. (2019). Studi Karakteristik Fisikokimia Biji Kopi Hijau Arabika, Robusta dan Ekselsa Natural Pada Tingkat Mutu Yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Sulisowati dan B. Sumartono. 2002. *Metode Uji Cita Rasa Kopi. Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 21 hal.
- Tarigan, E., dan J. Tohawa. 2017. Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, Serta Lama Fermentasi dan Penyangraian Biji Terhadap Karakter Fisikokimia Kopi Robusta. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 4(3) : 163-170.
- Towaha, j., A. Aunillah, E.H. Purwanto, dan H. Supriadi. (2014). Pengaruh Elevasi Dan Pengolahan Terhadap Kandungan Kimia Dan Citarasa Kopi Robusta Lampung. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 1(1) : 57-62.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 251 hal.
- Wirani, M. 2017. *Pengaruh Suhu Pemasakan Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensori Permen Hard Candy Dengan Ekstrak Daun Sirsak (Annona Muricata L) Serata Penentuan Umur Simpan Produk*. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Zhang, X., W. Li, B. Yin, P. Chen, K. Declan, X. Wang, K. Zheng & Y. Du. (2013). Improvement of Near Infrared Spectroscopic (NIRS) Analysis of Caffeine in Roasted Arabica Coffee by Variable Selection Method of Stability Competitive Adaptive Reweighted Sampling (SCARS). *Journal Elsevier Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 114: 350–356
- Zuhra, C.F., J. B. Tarigan, dan H. Sihotang. 2008. *Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Dari Daun Katuk (Sauropus Androgynus (L.) Merr.)*. *Jurnal Biologi Sumatra* 3(1) : 7-10

## PENGARUH SUHU PEMANASAN PADA EVAPORASI NIRA AREN (*ARENGA PINNATA*) MENJADI GULA CAIR

<sup>1</sup> Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fateta Unand.

Kampus Unand Limau Manis Padang, 25163

\*Email : [helmitar0704@gmail.com](mailto:helmitar0704@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pemanasan terhadap gula cair aren yang dievaporasi menggunakan *open pan* yang dimodifikasi dan mengetahui suhu pengolahan terbaik terhadap gula cair aren yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu pemanasan, yaitu 70°C (A), 80°C (B), 90°C (C). Data yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Variance* (Anova) kemudian dilanjutkan dengan analisis *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengolahan berpengaruh nyata terhadap tingkat keasaman (pH), derajat brix, warna, aktivitas air ( $A_w$ ), rendemen, kadar air, sifat organoleptik (peringkat kecerahan warna, aroma nira, aroma karamel, kekentalan; dan kesukaan terhadap warna dan rasa) gula cair yang dihasilkan. Pemanasan pada suhu yang lebih tinggi akan mempercepat proses evaporasi, tapi suhu 90°C karakteristik gula cair cenderung menurun. Perlakuan terbaik berdasarkan sifat kimia, fisik, dan organoleptik adalah perlakuan B (suhu 70 °C) dengan nilai derajat keasaman (pH) 8,29; derajat brix 75; Viskositas 266,33 Mpas; °hue warna 86,60 (*yellow red*); aktivitas air ( $a_w$ ) 0,69; rendemen 13,30 %; kadar air 28,76 %; kadar abu 1,66 %; gula reduksi 1,61 %; gula total 63,35 %; angka lempeng total  $7,8 \times 10^2$  CFU/g; peringkat organoleptik kecerahan warna (ranking 1,9), aroma nira (ranking 2,5), aroma karamel (ranking 2,7), kekentalan (ranking 3,2), dan rasa manis (ranking 2,6); deskripsi warna adalah *chocolate*; dan kesukaan terhadap warna, aroma, viskositas, dan rasa masing-masing adalah 4,15 (suka), 3,80 (suka), 3,40 (suka) dan 3,55 (suka).

**Kata Kunci:** nira aren; gula cair; evaporasi; metode *open pan*

### ABSTRACT

*This study aims to determine the effect of heating temperature on liquid palm sugar which is evaporated using a modified open pan and to determine the best processing temperature for the resulting palm liquid sugar. This study used a CRD with 3 treatments and 3 replications. The treatment used in this study was heating temperature, namely 70°C (A), 80°C (B), 90°C (C). The data obtained was analyzed by Anova and then continued with DNMRT analysis at the 5% level. The results showed that the processing temperature had a significant effect on the level of acidity (pH), degree of brix, color, water activity ( $A_w$ ), yield, moisture content, organoleptic properties (color brightness rating, sap aroma, caramel aroma, thickness; and color preference and taste) resulting liquid sugar. Heating at a higher temperature will speed up the evaporation process, but at 90°C the characteristics of liquid sugar tend to decrease. The best treatment based on chemical, physical and organoleptic properties was treatment B (temperature 70 0C) with a value of degree of acidity (pH) 8.29; degree brix 75; Viscosity 266.33 MPas; °hue color 86,60 (yellow red); water activity ( $aw$ ) 0.69; yield 13.30 %; water content 28.76%; ash content 1.66 %; reducing sugar 1.61 %; total sugar 63.35 %; total plate number  $7.8 \times 10^2$  CFU/g; organoleptic ratings of color brightness (rank 1,9), sap aroma (rank 2,5), caramel aroma (rank 2,7), thickness (rank 3,2), and sweetness (rank 2,6); color description is chocolate; and preferences for color, aroma, viscosity, and taste were 4.15 (like), 3.80 (like), 3.40 (like) and 3.55 (like).*

**Keywords:** *evaporation; liquid sugar; open pan method; palm sap*

## PENDAHULUAN

Nira segar atau nira yang baru menetes dari mayang memiliki pH 7 yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pengolahan gula cetak, minuman ringan maupun minuman beralkohol (tuak), nata de aren, alkohol, dan cuka. Selain itu, nira juga dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pengolahan gula cair. Menurut Ulya (2019), gula cair dikenal masyarakat dengan nama sirup glukosa atau sirup fruktosa merupakan salah satu produk bahan pemanis makanan dan minuman yang berbentuk cairan kental, tidak berbau, berwarna jernih, dan memiliki rasa manis yang tinggi.

Gula cair menjadi salah satu alternatif bagi para konsumen gula cetak dan gula pasir yang mengharuskan untuk mengiris/menghaluskan atau melarutkannya terlebih dahulu sebelum digunakan. Adanya produk gula yang dimodifikasi berbentuk gula cair yang nantinya diharapkan dapat memudahkan konsumen dari segi penggunaannya (lebih praktis). Ditambahkan oleh Ratna dan Yulastiani (2015), gula cair mulai banyak digunakan pada industri makanan dan minuman karena memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak mengkristal, lebih praktis, dan lebih mudah diproses karena lebih mudah larut.

Penelitian mengenai gula cair dari nira tanaman palma sudah banyak dilakukan. Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Nursafuan, dkk (2016), dimana penggunaan suhu evaporasi 70 °C menghasilkan kualitas gula cair aren yang terbaik. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Diniyah, dkk (2012), menjelaskan bahwa gula cair terbaik adalah gula cair dengan derajat brix 75.

Pengolahan gula cair yang dilakukan dengan metode tradisional biasanya menggunakan metode *open pan* dengan wadah pemanasnya adalah wajan yang kontak langsung dengan sumber panas, sehingga menyebabkan warna gula cair yang dihasilkan lebih gelap dan pekat. Selain itu, suhu pemasakan yang tidak terkontrol juga menjadi faktor penentu kualitas gula cair.

Menurut Winarno (2004), suhu pemasakan yang tidak dikontrol dapat mengakibatkan rusaknya sukrosa. Kandungan sukrosa merupakan faktor penting penentu standar kualitas gula cair, sehingga sukrosa dalam nira juga harus dijaga supaya tidak mengalami inversi. Inversi sukrosa dapat terjadi karena suhu yang tinggi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas gula cair aren adalah dengan memodifikasi alat pengolahan dengan metode *open pan*. Percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa metode *open pan* yang dimodifikasi dapat digunakan untuk pengolahan nira aren menjadi gula cair. Berdasarkan hasil pengamatan pendahuluan terhadap gula cair aren terlihat bahwa suhu pengolahan akan berpengaruh terhadap lama dan derajat brix yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu, maka semakin cepat waktu yang digunakan untuk mengolah nira aren menjadi gula cair dengan 75 °brix. Dimana, untuk mendapatkan gula cair dengan kadar 75 °brix dibutuhkan waktu selama 4 jam 30 menit pada suhu 70 °C, 3 jam 30 menit pada suhu 80 °C, dan 3 jam pada suhu 90 °C. Derajat brix tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diniyah, dkk (2012), dimana gula cair dengan hasil terbaik memiliki derajat brix mencapai 75.

Dari uraian diatas peneliti akan melakukan penelitian mengenai pengaruh suhu pada pengolahan nira aren menjadi gula cair dengan judul penelitian “Pengaruh Suhu Pemanasan untuk Evaporasi Nira Aren (*Arenga pinnata*) Menjadi Gula Cair”.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

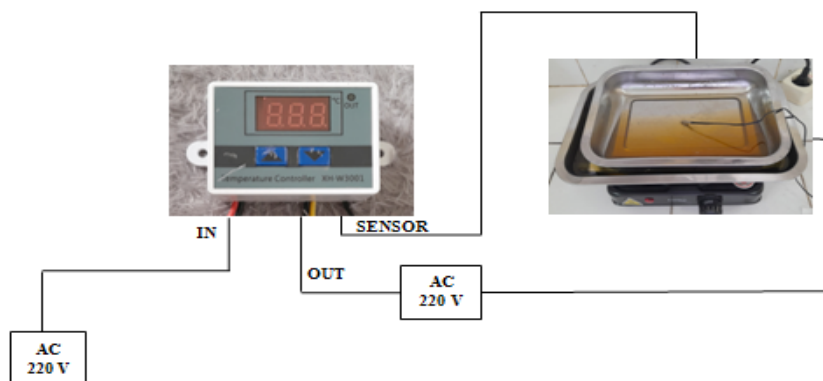
Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah nira aren dari petani di Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota. Sedangkan bahan untuk analisisnya yaitu aquades, larutan luff schroll,  $H_2SO_4$  25%, KI 20%, larutan tiosulfat 0,1 N, indikator kanji 1 %, HCl 4N, NaOH 4N, indikator PP, asam asetat 3%, alkohol, larutan pengencer, dan *Plate Count Agar* (PCA).

### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah saringan, pH meter, *hand refraktometer*, gelas ukur, kain saring, wajan, kompor gas, sutil kayu, jerigen 20 L, dan kemasan botol plastik ukuran 100 ml.

*Open pan* yang digunakan untuk pengolahan nira menjadi gula cair dirakit dari beberapa komponen yaitu kompor listrik (merk CYPRUZ KL-0070), *pan* pemanas (32 x 22 x 4 cm), *pan* evaporasi yang ukurannya lebih kecil dari *pan* pemanas (27 x 20 x 4,8 cm), batangan penyangga (panjang 25 cm, diameter 0,2 cm), termostat (merk Temperature Controller XH-W3001) dengan ketelitian 0,1 °C, dan kabel listrik.

Kabel sumber arus listrik ke kompor listrik dihubungkan dengan termostat yang akan memutus arus listrik ke kompor jika suhu melebihi suhu yang ditentukan. *Pan* pemanas diletakkan di atas kompor dan ke dalam *pan* pemanas diletakkan dua batang penyangga. Kemudian *pan* evaporasi yang ukurannya lebih kecil diletakkan ke dalam *pan* pemanas. Selanjutnya, minyak goreng sebagai media penghantar panas dimasukkan ke dalam *pan* pemanas, sedangkan ke dalam *pan* evaporasi dimasukkan elektroda termostat. Gambar *open pan* yang dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *open pan* yang dimodifikasi

Peralatan yang digunakan untuk analisis adalah *viscometer Brookfield*, baker glass, colorimeter, erlenmeyer, oven pengering, cawan porselen, desikator, timbangan analitik, tanur, tangkrus, labu ukur, batu didih, buret dan statip, corong, pipet 25 ml, vortex, laminar air flow, tabung reaksi, micropipet, tube, kapas, aluminium foil, plastik wrapping, cawan petri, dan inkubator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bahan Baku Nira Aren

Hasil analisis bahan baku nira aren dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Bahan Baku Nira Aren

Analisis	Nira Aren (Rata-rata ± Standar Deviasi)
<sup>o</sup> hue	270,11 (blue purple)
Air	80,02 ± 0,00
Abu	0,30 ± 0,06
Gula reduksi	0,02 ± 0,08
Gula Total	19,68 ± 0,00
Aw	0,9015 ± 0,01
pH	7,31 ± 0,14
<sup>o</sup> Brix	17,67 ± 0,5

Nira aren mempunyai <sup>o</sup>hue sebesar 270,11. Berdasarkan pendapat Sumelda (2018) nira aren ini memiliki warna *blue purple*. Kadar air nira 80,02 % lebih rendah dibandingkan dengan kadar air yang dikemukakan oleh Ismail, *et.al.* (2020) yaitu sebesar 91,1 %. Hal tersebut mungkin terjadi karena nira aren pada penelitian ini dilakukan pemanasan awal (selama 15 menit) sehingga sebagian air menguap.

Kadar abu nira adalah sebesar 0,30 %. Nilai yang didapatkan hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Ismail, *et.al.* (2020) yaitu kadar abu nira aren adalah 0,28 %. Gula reduksi nira aren yaitu 0,02 % dan gula total 19,68 %. Kadar gula total nira aren pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan jumlah gula yang didapat oleh Ismail, *et. al* (2020) sebesar 0,67 %. Hal tersebut diduga karena nira aren yang digunakan pada penelitian dilakukan pemanasan awal sehingga jumlah gula pada nira meningkat.

Aktivitas air (Aw) nira aren yaitu 0,9015. Menurut Muchtadi dan Sugiono (2013), beberapa mikroba dapat tumbuh pada kisaran Aw minimum 0,67 – 0,90. Bakteri dapat tumbuh pada Aw 0,90. pH nira aren sebesar 7,31, dan pH ini sesuai dengan pendapat. Lempang (2017), dimana nira segar atau belum terfermentasi mempunyai pH sekitaran 7 (netral). <sup>o</sup>Brix nira aren adalah 17,67. Nilai ini lebih tinggi dari pada penelitian yang dilakukan oleh Widyawati (2012) yaitu sebesar 10 – 15 %. Hal tersebut terjadi karena nira aren pada penelitian ini melewati tahap pemanasan awal (15 menit) sehingga kadar airnya menurun dan meningkatkan nilai <sup>o</sup>Brix.

### Gula Cair Aren

#### Tingkat Keasaman (pH)

pH gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 2.

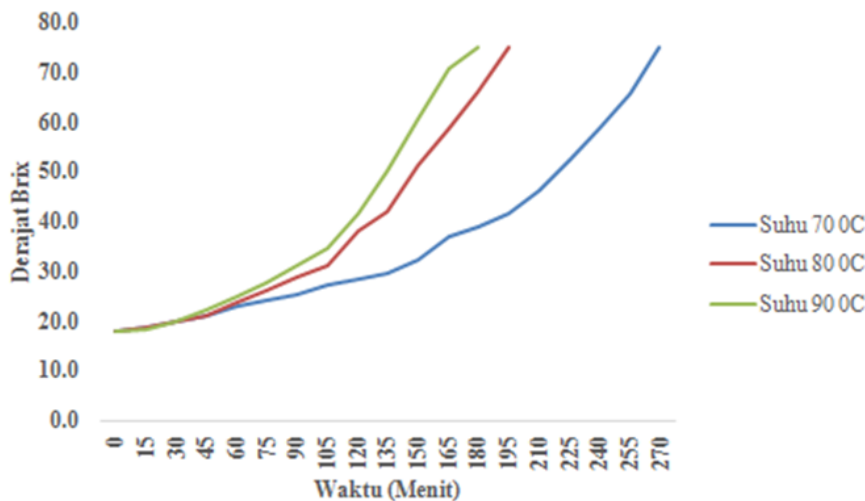
Tabel 2. pH Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	pH (Rata-rata ± Standar Deviasi)	
A (Suhu 70 °C)	8,19 ± 0,01	a
B (Suhu 80 °C)	8,29 ± 0,13	ab
C (Suhu 90 °C)	8,44 ± 0,12	b

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pH gula cair berkisar antara 8,19 dan 8,44. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan pH yang lebih tinggi. Suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap pH gula cair aren. Gula cair aren hasil perlakuan tersebut memiliki nilai pH yang tidak jauh berbeda dengan gula cair komersil yaitu sebesar 8,49.

### Derajat Brix



Gambar 3. Grafik kenaikan derajat brix pada masing-masing perlakuan selama pengolahan

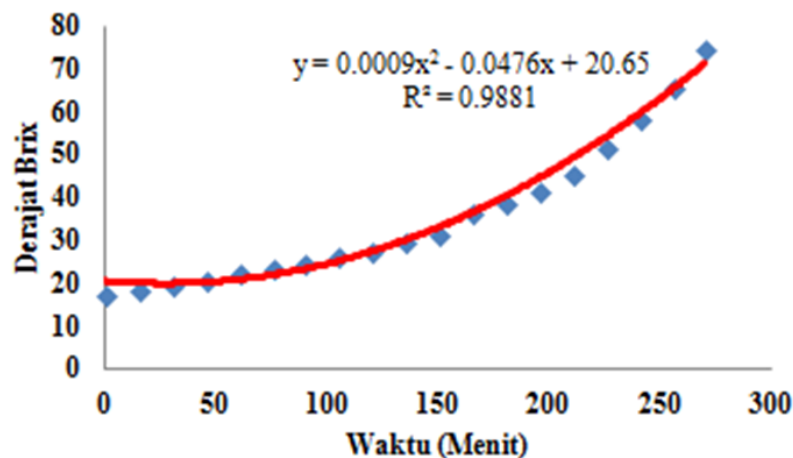
Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa berdasarkan hasil ANOVA suhu berpengaruh terhadap lama waktu pengolahan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin cepat waktu pengolahan nira aren menjadi gula cair. Sedangkan membutuhkan waktu yang lebih lama pada suhu pengolahan yang rendah. Hal tersebut dikarenakan, semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin banyak jumlah air nira yang menguap selama pengolahan. Sehingga untuk mencapai nilai Brix yang diinginkan yaitu 75 °Brix, membutuhkan lama waktu yang berbeda-beda pada setiap suhu pengolahan.

Pengolahan pada suhu 70 °C membutuhkan waktu pengolahan selama 270 menit (4 jam 30 menit). Pengolahan pada suhu 80 °C membutuhkan waktu pengolahan selama 195 menit (3 jam 15 menit). Sedangkan pengolahan pada suhu 90 °C hanya membutuhkan waktu pengolahan selama 180 menit (3 jam).

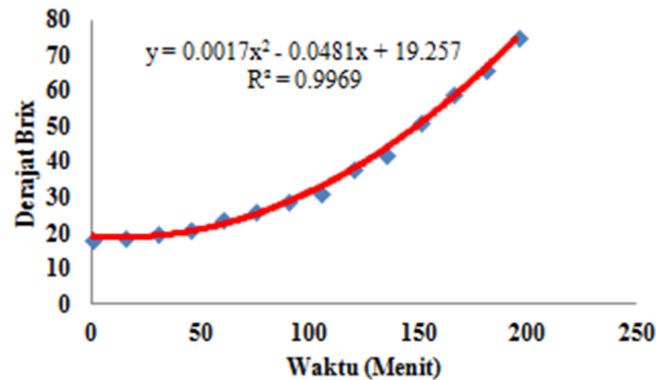
Tabel 3. Persamaan Regresi Hubungan Antara Derajat Brix Dengan Waktu Evaporasi

Suhu	Persamaan	Regresi	R <sup>2</sup>
70 °C	Ekspensial	$y = 16.439e^{0.0051x}$	0.9760
	Liner	$y = 0.1873x + 10.668$	0.8857
	Logaritma	$y = 16.406\ln(x) + 1.9777$	0.6222
	Polinomial	$y = 0.1957x^2 - 1.1054x + 21.559$	0.9881
	Power	$y = 12.245x^{0.4749}$	0.7738
80 °C	Ekspensial	$y = 15.714e^{0.0076x}$	0.9768
	Liner	$y = 0.2853x + 9.2571$	0.9034
	Logaritma	$y = 19.616\ln(x) + 1.7757$	0.6501
	Polinomial	$y = 0.3846x^2 - 1.4901x + 20.363$	0.9969
	Power	$y = 12.209x^{0.5547}$	0.7819
90 °C	Ekspensial	$y = 15.5e^{0.0086x}$	0.9803
	Liner	$y = 0.3282x + 8.6154$	0.9088
	Logaritma	$y = 21.404\ln(x) + 1.0222$	0.6636
	Polinomial	$y = 0.4515x^2 - 1.3986x + 19.497$	0.9929
	Power	$y = 12.015x^{0.5954}$	0.7979

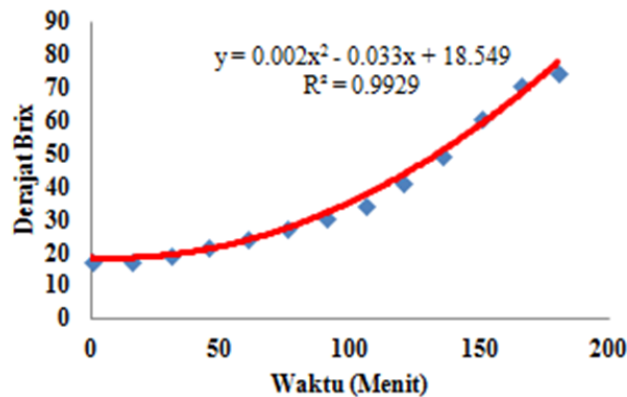
Persamaan regresi hubungan antara derajat brix dengan waktu evaporasi dapat dilihat pada Tabel 5. Model persamaan regresi yang mempunyai nilai R<sup>2</sup> di atas 0,90 adalah persamaan regresi ekspensial dan polinomial orde-2. Kedua model ini dipertimbangkan sebagai model hubungan antara waktu evaporasi dengan derajat brix pada masing-masing suhu evaporasi. Berdasarkan persamaan pada Tabel 3, grafik hubungan regresi ekspensial dan polinomial untuk masing-masing suhu evaporasi dapat dilihat pada Gambar 6, 7, 8, 9, 10, dan 11.



Gambar 4. Grafik persamaan regresi polinomial orde-2 antara waktu (x) dan derajat brix larutan (y) cairan nira aren yang dievaporasi pada suhu 70 °C



Gambar 5. Grafik persamaan regresi polinomial orde-2 antara waktu (x) dan derajat brix larutan (y) cairan nira aren yang dievaporasi pada suhu 80 °C



Gambar 6. Grafik persamaan regresi polinomial orde-2 antara waktu (x) dan derajat brix larutan (y) cairan nira aren yang dievaporasi pada suhu 90 °C

Pada grafik polinomial, terlihat bahwa derajat Brix mengalami sedikit penurunan pada awal evaporasi (grafik sedikit melengkung ke bawah). Secara teori dan berdasarkan data yang terkumpul, derajat Brix tidak mengalami penurunan selama evaporasi. Air pada nira selama evaporasi mengalami penguapan sehingga kadar total padatan meningkat yang tercermin dari kenaikan derajat Brix-nya. Sedangkan pada grafik eksponensial, derajat Brix konsisten meningkat selama evaporasi dimana grafik tidak menunjukkan pelengkungan ke arah bawah. Oleh karena itu model regresi yang penulis tetapkan untuk hubungan antara waktu evaporasi dan derajat Brix adalah model persamaan regresi eksponensial.

Persamaan regresi hubungan antara waktu dan derajat Brix pada evaporasi nira aren dengan menggunakan *open pan* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Evaporasi pada suhu 70 °C :  $y = 16.439e^{0.0051x}$   
 $R^2 = 0.9760$

Evaporasi pada suhu 80 °C :  $y = 15.714e^{0.0076x}$   
 $R^2 = 0.9768$

Evaporasi pada suhu 90 °C :  $y = 15.5e^{0.0086x}$   
 $R^2 = 0.9803$

(y = derajat Brix cairan nira setelah evaporasi selama waktu x menit)

## Viskositas

Viskositas untuk masing-masing hasil perlakuan berbeda nyata satu sama lain (taraf nyata 5%). Dengan demikian, perlakuan suhu evaporasi (70, 80, dan 90 °C) berpengaruh terhadap viskositas dari gula cair aren. Viskositas gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dengan menggunakan *open pan* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Viskositas Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Viskositas (Rata-rata ± Standar Deviasi)			
A (Suhu 70 °C)	256,33 ± 1,53	a		
B (Suhu 80 °C)	266,33 ± 1,53		b	
C (Suhu 90 °C)	323,00 ± 1,53			c

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil sama, berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa viskositas gula cair berkisar antara 256,33 dan 323,00 MPas. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan viskositas yang lebih tinggi. Gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi signifikan secara statistik atau suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap viskositas.

Perbedaan viskositas berkaitan dengan kadar air, dimana semakin rendah kadar air, semakin banyak air yang teruapkan sehingga total padatan juga tinggi. Pada cairan sejenis yang kadar total padatannya tinggi, maka viskositasnya juga akan tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Choi, *et. al.* (2006), viskositas suatu bahan berbanding lurus dengan konsentrasi larutan, suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat terlarut tiap satuan volume.

Gula cair aren komersil memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi yaitu 997,00 dibandingkan gula cair aren hasil perlakuan secara keseluruhan. Nilai tersebut menyatakan bahwa gula cair komersil lebih kental dibandingkan dengan gula cair aren hasil perlakuan.

## Uji Warna

Warna untuk masing-masing hasil perlakuan berbeda nyata satu sama lain (taraf nyata 5%). Dengan demikian, perlakuan suhu evaporasi (70, 80, dan 90 °C) berpengaruh terhadap warna dari gula cair aren. Warna gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Warna Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

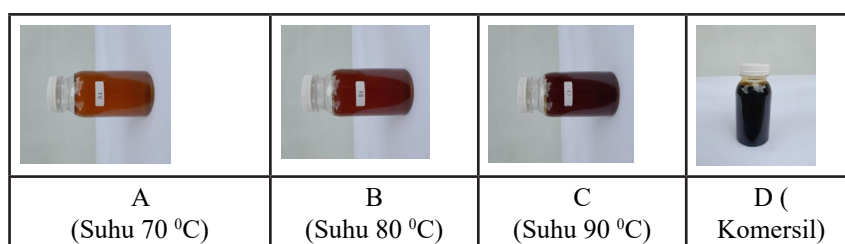
Perlakuan	Warna (Rata-rata ± Standar Deviasi)			
A (Suhu 70 °C)	103,80 ± 0,44	a		Yellow
B (Suhu 80 °C)	86,83 ± 0,04	b		Yellow red
C (Suhu 90 °C)	77,27± 0,57		c	Yellow red

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama , berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa warna gula cair berdasarkan nilai  $^{\circ}hue$  berkisar antara 77,27 (*yellow red*) dan 103,80 (*yellow*). Rentang nilai  $^{\circ}hue$  untuk warna kromatik *yellow red* adalah antara 54 – 90. Sedangkan nilai  $^{\circ}hue$  untuk warna kromatik *yellow* berkisar antara 90 – 126. Berdasarkan hasil uji warna terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka warna gula cair berwarna *yellow red*. Gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi signifikan secara statistik atau suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap warna.

Warna pada gula cair dihasilkan karena adanya reaksi karamelisasi. Menurut Kusnandar (2019), reaksi karamelisasi adalah reaksi pencoklatan non enzimatis pada gula karena adanya panas yang dapat menghasilkan pembentukan warna cokelat karamel dan pembentukan komponen flavor. Ditambahkan oleh Naufalin *et al.*, (2013), warna yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar gula pereduksi, apabila yang kadar gula pereduksi yang dihasilkan semakin tinggi maka produk yang dihasilkan akan menjadi lebih kecoklatan atau berwarna gelap.

$^{\circ}Hue$  warna gula cair aren komersil lebih rendah dibandingkan dengan  $^{\circ}Hue$  warna gula cair hasil perlakuan secara keseluruhan yaitu sebesar 74,52 (*yellow red*). Perbandingan warna produk gula cair aren dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gula Cair Aren Masing-masing Perlakuan

### Uji Aktivitas Air (Aw)

Perlakuan suhu evaporasi (70, 80, dan 90 °C) berpengaruh nyata terhadap Aw dari gula cair aren (pada taraf nyata 5%). Aw gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Aktivitas Air (aw) Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Aw (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
	A (Suhu 70 °C)	0,70 ± 0,01	a
B (Suhu 80 °C)	0,69 ± 0,00	a	
C (Suhu 90 °C)	0,68 ± 0,01		b

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Aktivitas air gula cair aren berkisar antara 0,68 - 0,70. Gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung lebih rendah dibanding yang dievaporasi pada suhu lebih rendah. Hal ini terjadi karena kadar air yang terdapat pada gula cair mengalami penurunan dari perlakuan A ke perlakuan C. Menurut Praseptianga, dkk (2016), penurunan kadar air akan berbanding lurus dengan penurunan aktivitas air (Aw) dan begitu sebaliknya.

Aktivitas air (Aw) paling umum digunakan sebagai kriteria untuk keamanan pangan dan kualitas pangan (Kusnandar, 2010). Penelitian Karseno, Yanto, dan Handayani (2020), menyatakan gula cair kelapa yang dihasilkan berpotensi memiliki daya simpan yang baik apabila memiliki nilai Aw pada kisaran  $<0,8$ . Menurut Kusnandar (2010), pada rentangan nilai aw 0,68 – 0,70 jenis mikroorganisme tahan gula tinggi dapat mengalami pertumbuhan seperti *Saccharomyces*.

### Rendemen

Rendemen gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dengan menggunakan *open pan* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rendemen Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Rendemen (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
	A (Suhu 70 °C)	14,5 ± 0,50	a
B (Suhu 80 °C)	13,3 ± 0,20		b
C (Suhu 90 °C)	13,3 ± 0,20		c

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama , berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa rendemen gula cair berkisar antara 12,30 dan 14,50 %. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan rendemen yang lebih rendah. Suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap rendemen. Hal ini berkaitan dengan kenaikan suhu evaporasi akan mempercepat proses penguapan sehingga kandungan air yang ada juga semakin banyak yang hilang sehingga berat dari produk juga semakin menurun. Menurut Apriliyanti (2010), semakin tinggi kadar air produk maka semakin tinggi pula rendemen produk yang dihasilkan karena kadar air yang tinggi mengakibatkan massa produk meningkat.

Selain itu, pada suhu yang lebih tinggi perubahan fase air menjadi gas lebih cepat sehingga akan menghasilkan penguapan yang lebih besar. Hal ini didukung oleh pendapat Siregar (2017), dimana semakin tinggi suhu akan menaikkan laju evaporasi sehingga jumlah air yang diuapkan semakin besar.

### Sifat Kimia

#### Kadar Air

Kadar air gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80, dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar Air Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Kadar Air (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
	A (Suhu 70 °C)	29,23 ± 0,98	
B (Suhu 80 °C)	28,76 ± 0,57		b
C (Suhu 90 °C)	26,13 ± 0,94	a	

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama , berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa kadar air gula cair berkisar antara 26,13 dan 29,23 %. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan kadar air yang lebih rendah. Suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap kadar air. Hal tersebut diduga karena semakin tinggi suhu, maka semakin banyak jumlah air yang menguap selama pengolahan. Hasil ini, didukung oleh teori yang dikemukakan oleh Soetedjo dan Suharto (2009), bahwa kadar air dipengaruhi oleh proses evaporasi yaitu konsentrasi zat terlarut dalam larutan, kelarutan, temperature sensitif dari suatu zat, *foaming*, tekanan, dan temperatur.

### Kadar Abu

Kadar abu gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80, dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kadar Abu Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Kadar Abu (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	1,93 ± 0,5		
B (Suhu 80 °C)	1,66 ± 0,3		
C (Suhu 90 °C)	1,36 ± 0,1		

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa kadar abu gula cair berkisar antara 1,36 dan 1,93 %. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan kadar abu yang lebih rendah. Akan tetapi penurunan kadar abu gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi tidak signifikan secara statistik atau suhu pengolahan tidak berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap kadar abu gula cair aren.

Kadar abu pada bahan pangan merupakan residu bahan organik setelah pembakaran. Kandungan residu ini pada gula cair adalah sama karena menggunakan bahan baku yang sama kadar abunya. Selain itu residu ini bisa juga berasal dari cemaran bahan anorganik selama pengolahan berupa serpihan logam dari alat pengolahan, tanah atau pasir. Pengolahan dilakukan wadah dari stainless steel yang kuat dan tahan karat serta permukaan halus dan licin sehingga tidak ada serpihat dari wadah yang terlepas ke dalam nira yang dievaporasi. Proses juga dilakukan dengan memperhatikan kebersihan sehingga tidak ada cemaran dari luar berupa serpihan tanah atau pasir.

### Gula Reduksi

Kadar gula reduksi gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dengan menggunakan *open pan* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar Gula Reduksi Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Gula Reduksi (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	1,59 ± 0,03	a	
B (Suhu 80 °C)	1,61 ± 0,00	ab	
C (Suhu 90 °C)	1,65 ± 0,01		b

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa kadar gula reduksi gula cair berkisar antara 1,59 dan 1,65 %. Kadar gula reduksi gula cair hasil perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan kadar gula reduksi gula cair komersil yaitu sebesar 35,99%. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan kadar gula reduksi yang lebih tinggi. Kadar gula reduksi gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi signifikan secara statistik atau suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap kadar gula reduksi gula cair aren. Naufalin *et al.*, (2013), menyatakan bahwa suhu mempengaruhi kecepatan reduksi. Suhu pemanasan yang semakin tinggi akan meningkatkan proses reduksi gula.

### Gula Total

Gula total gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Gula total Gula Cair Aren untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	Gula Total (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
	A (Suhu 70 °C)	63,20 ± 0,15	a
B (Suhu 80 °C)	63,35 ± 0,15	ab	
C (Suhu 90 °C)	63,59 ± 0,15		b

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa kadar gula total gula cair berkisar antara 63,20 dan 63,59 %. Kadar gula total gula cair hasil perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan kadar gula total gula cair komersil yaitu sebesar 66,64%. Evaporasi pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan kadar gula total yang lebih rendah. Kenaikan gula total gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi signifikan secara statistik atau suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap kadar gula total gula cair.

### Organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji rangking, uji deskriptif, dan uji hedonik (kesukaan). Uji ranking untuk mengetahui ranking produk berdasarkan karakteristik sensorinya (kecerahan warna, aroma nira, aroma karamel, kekentalan, dan rasa manis). Uji deskriptif untuk penentuan jenis warna produk dengan meminta panelis membandingkan warna produk dengan spektrum warna pada *color chart*, kemudian menentukan warna pada *color chart* yang paling mendekati warna produk. Uji hedonik untuk mengukur atau mengetahui kesukaan panelis terhadap warna, aroma, rasa, dan kekentalan sampel yang disajikan. Uji organoleptik dilakukan oleh 20 orang panelis.

### Analisis Uji Ranking

#### Keccerahan Warna

Ranking kecerahan warna gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80, dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Ranking Kecerahan Warna Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Ranking Kecerahan Warna (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	1,7 ± 1,1	a	
B (Suhu 80 °C)	1,9 ± 0,4	a	
C (Suhu 90 °C)	2,7 ± 0,7		b
D (Komersil)	3,8 ± 0,7		c

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa ranking kecerahan warna gula cair aren untuk masing-masing perlakuan dan produk komersil. Nilai ranking untuk gula cair aren hasil perlakuan berkisar antara 1,7 (paling cerah) dan 2,7 (paling tidak cerah). Gula cair aren hasil perlakuan secara keseluruhan lebih cerah dibandingkan dengan gula cair komersil (ranking 3,8).

Berdasarkan hasil penilaian ranking kecerahan warna, terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah ranking kecerahan warna (nilai ranking pada tabel semakin tinggi). Dengan demikian, penggunaan suhu yang lebih tinggi menyebabkan kecerahan warna pada gula cair semakin berkurang. Gula cair yang dievaporasi pada suhu yang lebih tinggi signifikan secara statistik atau suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap tingkat kecerahan warna gula cair.

Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi, dkk (2014), proses pemasakan nira memengaruhi pembentukan warna gula merah yang dihasilkan, dimana semakin tinggi suhu pemasakan, semakin tinggi intensitas warna merah gula merah. Warna coklat pada gula disebabkan oleh adanya reaksi *browning mailard* dan karamelisasi yang menghasilkan pigmen melanoidin (pigmen warna coklat). Reaksi karamelisasi terjadi karena gula (glukos, fruktosa, sukrosa, dll) dipnaskan hingga mencapai titik lelehnya, sehingga semakin tinggi suhu pemasakan, semakin tinggi intensitas warna gula yang dihasilkan.

### Aroma Nira

Ranking aroma nira dari gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Ranking Aroma Nira Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Ranking Aroma Nira (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	1,6 ± 1,2	a	
B (Suhu 80 °C)	2,5 ± 0,6		b
C (Suhu 90 °C)	2,7 ± 0,7		b
D (Komersil)	3,2 ± 1,2		b

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa ranking aroma nira gula cair aren untuk masing-masing perlakuan dan produk komersil. Nilai ranking untuk gula cair aren hasil perlakuan berkisar antara 1,6 (paling kuat aroma nira) dan 2,7 (paling lemah aroma nira). Gula cair aren hasil perlakuan secara keseluruhan lebih kuat aroma nira dibandingkan dengan gula cair komersil (ranking 3,2).

Berdasarkan hasil penilaian ranking aroma nira, terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah ranking aroma nira (nilai ranking pada tabel semakin tinggi). Dengan demikian, penggunaan suhu yang lebih tinggi menyebabkan aroma nira pada gula cair semakin berkurang. Secara statistik suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap aroma nira.

Aroma nira pada gula cair aren dipengaruhi oleh senyawa volatil yang terdapat didalam nira. Menurut (Winarno, 2022 ; Fitriani, *et. al.*, (2014), senyawa volatil merupakan senyawa yang memberikan sensasi aroma, memberikan kesan awal (*top notes*), dan mudah menguap. Menurut Kusuma, *et. al.*, (2018), nira aren mengandung berbagai senyawa volatile yang memberikan aroma dan rasa khas. Beberapa senyawa volatile yang terdapat dalam nira aren meliputi asam asetat, asam format, asam laktat, aldehyd, ester, dan alkohol.

### Aroma Karamel

Ranking aroma karamel dari gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80, dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Ranking Aroma Karamel Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Ranking Aroma Karamel (Rata-rata ± Standar Deviasi)			
A (Suhu 70 °C)	3,5 ± 1,0	a		
B (Suhu 80 °C)	2,7 ± 0,9		b	
C (Suhu 90 °C)	2,5 ± 0,6		b	
D (Komersil)	1,4 ± 0,9			c

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 14 dapat dilihat bahwa ranking aroma karamel gula cair aren untuk masing-masing perlakuan dan produk komersil. Nilai ranking untuk gula cair aren hasil perlakuan berkisar antara 2,5 (paling kuat aroma karamel) dan 3,5 (paling lemah aroma karamel). Gula cair aren hasil perlakuan secara keseluruhan lebih lemah aroma karamel dibandingkan dengan gula cair komersil (ranking 1,4).

Berdasarkan hasil penilaian ranking aroma karamel terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin tinggi penilaian aroma karamel (nilai ranking pada tabel semakin rendah). Dengan demikian, penggunaan suhu yang lebih tinggi menyebabkan aroma karamel pada gula cair semakin bertambah. Secara statistik suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap tingkat aroma karamel.

Aroma karamel pada gula disebabkan oleh senyawa volatile yang terbentuk selama proses pemanasan gula. Beberapa senyawa volatile yang berkontribusi pada aroma caramel diantaranya 2,3-butanedione, 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone (SMHF), aldehyd dan keton (Elmore, *et. al.*, 2002).

## Kekentalan

Ranking kekentalan dari gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Ranking Kekentalan Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Ranking Kekentalan (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	3,3 ± 1,1	a	
B (Suhu 80 °C)	3,2 ± 0,4		b
C (Suhu 90 °C)	2,2 ± 0,9		c
D (Komersil)	1,5 ± 0,9		c

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa ranking kekentalan gula cair aren untuk masing-masing perlakuan dan produk komersil. Nilai ranking untuk gula cair aren hasil perlakuan berkisar antara 2,2 (paling kental) dan 3,3 (kurang kental/encer). Gula cair aren hasil perlakuan secara keseluruhan kurang kental/encer dibandingkan dengan gula cair komersil (ranking 1,5).

Berdasarkan hasil penilaian ranking kekentalan terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin tinggi penilaian kekentalan (nilai ranking pada tabel semakin rendah). Dengan demikian, penggunaan suhu yang lebih tinggi menyebabkan kekentalan pada gula cair semakin bertambah. Secara statistik suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap tingkat kekentalan.

Kekentalan gula cair aren berhubungan dengan kadar air, dimana semakin tinggi suhu yang digunakan maka kadar air semakin menurun. Menurunnya kadar air pada gula cair aren menyatakan bahwa semakin banyak jumlah air yang menguap selama pengolahan sehingga semakin tinggi jumlah padatan yang terbentuk. Berdasarkan hasil penilaian ranking rasa manis terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin tinggi penilaian rasa manis (nilai ranking pada tabel semakin rendah). Secara statistik suhu pengolahan tidak berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap rasa manis. Hal ini berkaitan dengan evaporasi pada ketiga perlakuan dilakukan sampai masing-masing gula cair aren mencapai derajat Brix yang sama (75 °Brix).

## Rasa Manis

Ranking rasa manis dari gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Ranking Rasa Manis Gula Cair Aren Untuk Masing-Masing Perlakuan

Perlakuan	Ranking Rasa Manis (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	2,5 ± 1,3		
B (Suhu 80 °C)	2,6 ± 0,9		
C (Suhu 90 °C)	2,7 ± 0,8		
D (Komersil)	2,4 ± 1,4		

Pada Tabel 16 dapat dilihat bahwa ranking rasa manis gula cair aren untuk masing-masing perlakuan dan produk komersil. Nilai ranking untuk gula cair aren hasil perlakuan berkisar antara 2,5 (paling manis) dan 2,7 (kurang manis). Gula cair aren hasil perlakuan

secara keseluruhan kurang manis dibandingkan dengan gula cair komersil (ranking 2,4).

### Uji Deskriptif

Hasil pengujian menunjukkan bahwa panelis memilih 5 kelompok warna untuk warna gula aren cair, yaitu *white*, *red*, *orange*, *yellow*, dan *green*. Pada Tabel 17 dapat dilihat jumlah panelis yang memilih masing-masing dari 5 kelompok warna tersebut. Nilai sRGB atau standar warna merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) dari hasil penilai panelis dapat dilihat pada Tabel 18.





Tabel 17. Jumlah panelis berdasarkan warna terpilih gula cair dengan acuan RHS *Color Chart*

Kelompok Warna	No RHS	Perlakuan			Produk Komersil
		A	B	C	
White	155A-203D	1	0	0	2
Red	42A-N200D	0	0	0	16
Orange	24A – 177 D	11	19	19	2
Yellow	1A – 199D	6	1	1	0
Green	125A – 198 D	2	0	0	0

Tabel 18. Nilai sRGB untuk Masing-Masing Gula Cair Aren Berdasarkan Perlakuan dan Gula Cair Aren Komersil

P	A			B			C			Komersil		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	127	98	59	172	101	32	126	79	48	65	47	45
2	147	122	88	220	110	30	126	79	48	81	50	46
3	121	109	33	177	112	62	126	79	48	65	47	45
4	214	152	101	177	112	62	178	97	34	65	47	45
5	199	188	169	236	103	21	126	79	48	65	47	45
6	174	106	63	176	105	86	126	79	48	65	47	45
7	177	112	62	236	103	21	126	79	48	65	47	45
8	162	136	102	147	122	88	127	98	59	65	47	45
9	177	112	62	236	103	21	126	79	48	65	47	45
10	177	112	62	198	116	46	126	79	48	65	47	45
11	255	203	64	220	110	30	172	101	32	41	34	35
12	177	112	62	172	101	32	126	79	48	65	47	45
13	174	106	63	177	112	62	172	101	32	65	47	45
14	127	98	59	172	101	32	126	79	48	41	34	35
15	238	136	56	213	106	44	126	79	48	65	47	45
16	127	98	59	172	101	32	126	79	48	65	47	45
17	255	167	107	198	116	46	255	129	48	65	47	45
18	221	171	107	172	101	32	178	97	34	65	47	45
19	220	110	30	107	62	56	177	112	62	107	62	56
20	234	187	142	220	138	76	177	112	62	126	79	48
Jumlah	3703	2635	1550	3798	2135	911	2948	1795	939	1371	964	895
Rata-rata	185	132	78	190	107	46	147	90	47	69	48	45

Tabel 19. Nilai sRGB Rata-Rata Dan Nama Warna Masing-Masing Gula Cair Aren Berdasarkan Perlakuan dan Gula Cair Aren Komersil

Perlakuan	sRGB			Warna	Keterangan
A	185	132	78	peru	
B	190	107	46	chocolate	
C	147	90	47	sienna	
Komersil	69	48	45	Dark Slate Gray	

Berdasarkan Tabel 19 terlihat bahwa warna terpilih gula cair dengan acuan RHS *Color Chart* berpengaruh terhadap penilaian warna panelis secara deskriptif. Dimana, semakin tinggi suhu evaporasi pengolahan nira aren menjadi gula cair menghasilkan warna yang lebih gelap. Apabila dibandingkan dengan produk komersil, semua gula cair aren hasil perlakuan suhu evaporasi ini tampak lebih cerah

#### Analisis Organoleptik Hedonik

#### Analisis Organoleptik Hedonik Warna

Nilai kesukaan terhadap warna gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Organoleptik Hedonik Warna Gula Cair Aren

Perlakuan	Warna (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	3,35 ± 1,0	b	
B (Suhu 80 °C)	4,15 ± 0,7		c
C (Suhu 90 °C)	4,10 ± 0,6		c
Produk Komersil	2,55 ± 1,3	a	

Keterangan: Skor 1 = tidak suka, 2 = kurang suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

Pada Tabel 20 dapat dilihat bahwa nilai kesukaan terhadap warna gula cair aren berkisar antara 3,55 (suka) dan 4,15 (suka). Suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap warna gula cair. Perlakuan B menghasilkan produk yang paling tinggi nilai warnanya. Hal tersebut disebabkan oleh warna yang dihasilkan tidak terlalu gelap dan tidak terlalu terang. Sedangkan gula cair komersial menjadi produk yang paling tidak disukai.

### Analisis Organoleptik Hedonik Aroma

Nilai kesukaan terhadap aroma gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Organoleptik Hedonik Aroma Gula Cair Aren

Perlakuan	Aroma (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	3,35 ± 1,0	ab	
B (Suhu 80 °C)	3,80 ± 0,7		c
C (Suhu 90 °C)	3,45 ± 0,6	ab	
Produk Komersil	2,90 ± 1,3	a	

Keterangan: Skor 1 = tidak suka, 2 = kurang suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

Pada dapat dilihat bahwa nilai kesukaan terhadap aroma gula cair berkisar antara 2,90 (sedikit suka) – 3,80 (suka). Gula cair yang dievaporasi pada suhu pengolahan berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap organoleptik hedonik aroma. Perlakuan B menjadi produk yang paling banyak disukai oleh panelis, hal tersebut disebabkan oleh aroma yang dihasilkan merupakan campuran antara aroma nira dan karamel.

### Analisis Organoleptik Hedonik Viskositas

Nilai kesukaan terhadap viskositas gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Organoleptik Viskositas Hedonik Gula Cair

Perlakuan	Viskositas (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
A (Suhu 70 °C)	3,55 ± 1,3		
B (Suhu 80 °C)	3,40 ± 1,1		
C (Suhu 90 °C)	3,40 ± 1,3		
Produk Komersil	3,25 ± 1,4		

Keterangan: Skor 1 = tidak suka, 2 = kurang suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

Pada Tabel 22 dapat dilihat bahwa nilai kesukaan terhadap viskositas gula cair berkisar antara 3,25 (sedikit suka) – 3,55 (suka). Gula cair yang dievaporasi pada suhu pengolahan tidak berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap organoleptik hedonik viskositas. Perlakuan A menjadi produk yang paling banyak disukai oleh panelis, hal tersebut disebabkan oleh viskositas yang dihasilkan tidak terlalu kental atau sedikit lebih encer dari pada perlakuan lainnya.

### Analisis Organoleptik Hedonik Rasa

Nilai kesukaan terhadap rasa gula cair aren setelah dievaporasi pada suhu 70, 80 dan 90 °C dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Organoleptik Hedonik Rasa Gula Cair Aren

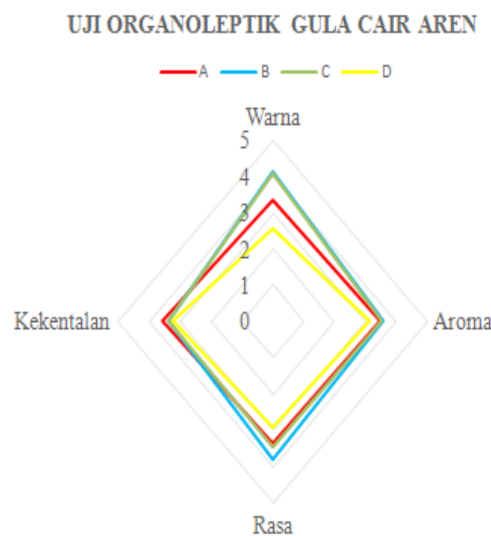
Perlakuan	Rasa (Rata-rata ± Standar Deviasi)		
	A (Suhu 70 °C)	3,45 ± 1,1	
B (Suhu 80 °C)	3,55 ± 0,9		
C (Suhu 90 °C)	3,50 ± 1,0		
Produk Komersial	3,15 ± 1,6		

Keterangan: Skor 1 = tidak suka, 2 = kurang suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

Pada Tabel 23. dapat dilihat bahwa nilai kesukaan terhadap rasa gula cair berkisar antara 3,15 (sedikit suka) – 3,55 (suka). Gula cair yang dievaporasi pada suhu pengolahan tidak berpengaruh nyata (pada taraf 5 %) terhadap organoleptik hedonik rasa. Perlakuan B menjadi produk yang paling banyak disukai oleh panelis, hal tersebut disebabkan oleh rasa yang dihasilkan sedikit rasa nira dengan sedikit rasa karamel.

Hasil rekapitulasi organoleptik dari semua parameter pada gula cair aren dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil grafik radar organoleptik gula cair aren yang didapatkan, dapat dilihat bahwa produk yang paling disukai panelis adalah gula cair dengan perlakuan B dengan suhu pengolahan 80 °C.

Secara umum dapat dikatakan bahwa, gula cair aren hasil perlakuan lebih tinggi peringkat organoleptiknya dan lebih disukai dibanding produk gula aren komersial yang sudah beredar di pasaran. Perlakuan B (suhu evaporasi 80C menghasilkan gula cair yang secara umum lebih disukai oleh panelis. Walaupun demikian, ranking sifat organoleptik gula cair hasil perlakuan A pada umumnya lebih tinggi dari perlakuan lainnya.



Gambar 5. Grafik Radar Uji Organoleptik Gula Cair Aren

## Mikrobiologi

Hasil analisis angka lempeng total (ALT) mikroba pada gula cair aren dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Angka Lempeng Total Gula Cair Aren

Perlakuan	Angka Lempeng Total (CFU/g)			
A (Suhu 70 °C)	8,0 x 10 <sup>2</sup>			
B (Suhu 80 °C)	7,8 x 10 <sup>2</sup>			
C (Suhu 90 °C)	7,2 x 10 <sup>2</sup>			

Pada Tabel 24 dapat dilihat hasil Angka Lempeng Total gula cair aren berkisar antara 7,2 x 10<sup>2</sup> - 8,0 x 10<sup>2</sup> CFU/g. Angka Lempeng Total gula cair aren tertinggi terdapat pada perlakuan A (Suhu 70 °C) sebesar 8,0 x 10<sup>2</sup> CFU/g. Sedangkan gula cair aren dengan Angka Lempeng Total terendah terdapat pada perlakuan C (Suhu 90 °C) yaitu sebesar 7,2 x 10<sup>2</sup> CFU/g. Semakin rendah suhu yang digunakan, angka lempeng total gula cair aren yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut diduga berkaitan dengan nilai kadar air pada gula cair, dimana nilai kadar air gula cair meningkat pada suhu yang lebih rendah. Menurut Kusnandar (2010), air merupakan salah satu komponen penting yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba. Secara umum, mikroba lebih mudah tumbuh pada pangan yang mengandung kadar air tinggi, tetapi sulit tumbuh pada pangan dengan kadar air rendah.

Selain kadar air, angka lempeng total juga dipengaruhi oleh aktivitas air (*aw*). Menurut Anggraeni (2011), aktivitas air (*water activity*) merupakan banyaknya air bebas dalam bahan pangan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap pengaruh suhu pemanasan untuk evaporasi nira aren menjadi gula cair aren dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengolahan nira aren menjadi gula cair aren berpengaruh nyata pada taraf ( $\alpha = 5\%$ ) terhadap pH, derajat brix, viskositas, warna,  $A_w$ , rendemen, kadar air, gula reduksi, gula total, sifat organoleptik (peringkat kecerahan warna, aroma nira, aroma karamel, kekentalan; dan kesukaan terhadap warna)
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua produk hasil perlakuan evaporasi lebih tinggi ranking organoleptiknya, lebih disukai, dan lebih cerah warnanya dibanding gula cair komersial
3. Secara umum produk terbaik adalah hasil perlakuan B (Suhu 80 °C) dengan nilai derajat keasaman (pH) 8,29; derajat brix 75; Viskositas 266,33 Mpas; °hue warna 86,60 (*yellow red*);  $A_w$  0,69; rendemen 13,30%; kadar air 28,76%; kadar abu 1,66%; gula reduksi 1,61%; gula total 63,35%; angka lempeng total 7,8 x 10<sup>2</sup> CFU/g; peringkat organoleptik kecerahan warna (ranking 1,9), aroma nira (ranking 2,5), aroma karamel (ranking 2,7), kekentalan (ranking 3,2), dan rasa manis (ranking 2,6); deskripsi warna adalah *chocolate*; dan kesukaan terhadap warna, aroma, viskositas, dan rasa masing- masing adalah 4,15 (suka), 3,80 (suka), 3,40 (suka) dan 3,55 (suka).

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanti, T. 2010. Kajian Sifat Fisikokimia dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas blackie*) dengan Variasi Proses Pengeringan. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Choi H., Jeong, S.W., Chung, Y.J. 2006. Enhanced Anaerobic Gas Production of Waste Activated Sludge Pretreated by Pulsed Power Technique. dalam Kuscu, O.S. dan Comlekci, S. Pulsed Electric Field (PEF) as an Innovative Technology For Sludge Pretreatment. 2015. Journal of Environment Engineering.
- Dewi, S. R., N. Izza, D. A. Agustiningrum, D. W. Indriani, Y. Sugiarto, D. M. Maharani, R. Yulianingsih. 2014. Pengaruh Suhu Pemasakan Nira dan Kecepatan Pendaukan Terhadap Kualitas Gula Merah Tebu. Jurnal Teknologi Pertanian. 15 (3): 149-158
- Diniyah, N., S. B. Wijanarko, dan H. Purnomo. 2012. Teknologi Pengolahan Gula Coklat Cair Nira Siwalan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XXIII (1) : 53 – 57
- Elmore, J. S., Campo, M. M., Enser, M., Mottram, D. S., and Wood, J. D. 2002. Effect of Lipid Composition on Meat-like Model Systems Containing Cysteine, Ribose, and Polyunsaturated Fatty Acids. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 50 (4)
- Ismail, Y. N. N, M. Solang, dan W. D. Uno. 2020. Komposisi Proksimat dan Indeks Glikemik Nira Aren. Biospecies. 13 (2): 1 - 9
- Karseno, T. Yanto, dan I. Handayani. 2020. Studi Pendahuluan Pembuatan Sirup Glukosa-Fruktosa Dari Nira Kelapa Secara Fermentasi Dengan Ragi Tapai. Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers. 93 – 99.
- Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan: Komponen Makro. Dian Rakyat. Jakarta.
- Kusuma, I. W., dkk. 2018. Volatile Flavor Components of Young and Mature Sap of Arenga Pinnata. Indonesian Journal of Chemistry
- Lempong, M. 2017. Produksi Nata Pinnata dari Nira Aren. *Buletin Eboni*, 14(1), 23-33.
- Muchtadi, T., dan Sugiyono. 2013. Prinsip Proses dan Teknologi Pangan. Alfabeta. Bandung
- Nursafuan, D., Ersan, Supriyatdi, D. 2016. Pembuatan gula aren dengan pengaturan kapur dan suhu evaporasi. Jurnal AIP 4 (2) : 79 – 87
- Praseptiangga, D., Aviany, T.P., dan Parnanto, N.H.R. 2016. Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris *Fruit Leather* Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 9 (1): 36-42.
- Ratna, P. A., dan Yulastiani, F. 2015. Pembuatan Gula Cair dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. Jurnal Fluida. 11 (2) : 9 -14.
- Siregar, S. E. 2017. Identifikasi dan Pemeriksaan Jumlah Bakteri Pada Susu Kental Manis Secara Mikroskopis. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sumelda. 2018. Pengaruh Penambahan Ekstrak Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) Pada Pembuatan *Fruit Leather* dari Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*, Merr.). [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Unand. Padang.
- Soetedjo, J. N. M., dan Suharto. 2009. Perancangan dan Uji Coba Alat Evaporator Nira Aren. Laporan Penelitian LPPM. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri.

Universitas Katolik Parahyangan. Bandung

- Ulya, D. M. 2019. Alternatif pembuatan gula cair di PG Ngadirejo untuk meningkatkan efisiensi produksi (kajian suhu dan waktu proses terhadap kualitas produk). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Widyawati, N. 2012. *Sukses investasi masa depan dengan bertanam pohon aren*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.

## EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI TONGKOL JAGUNG TERHADAP PATOGEN (*RHIZOPUS STOLONIFER*) PADA PASCAPANEN BUAH SALAK DAN PEPAYA

**Budy Rahmat<sup>1\*</sup>, Suharjadinata<sup>1</sup>, Visi Tinta Manik<sup>2</sup>, Yusra A. Rahmah<sup>2</sup>, M. Rizki Maulidi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Agroteknologi, Program Pascasarjana, Universitas Siliwangi,  
Jl. Siliwangi No 24 Kota Tasikmalaya-46115

<sup>2</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Kampus Mugarsari Jl. Tamansari  
Kota Tasikmalaya-46191

\*Email: [budyrahmat@unsil.ac.id](mailto:budyrahmat@unsil.ac.id)

### ABSTRAK

Buah salak (*Salacca zalacca*) dan pepaya (*Carica papaya*) merupakan buah yang rentan terhadap serangan patogen, dan bersifat klimaterik yang pematangannya berlanjut hingga pascapanen. Buah salak dan pepaya memiliki kandungan air yang tinggi, sehingga mudah rusak karena faktor mekanis dan gangguan patogen pascapanen. Patogen yang kerap menyerang kedua buah tersebut adalah *Rhizopus stolonifer* sebagai penyebab penyakit busuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas asap cair dari tongkol jagung dalam menekan *Rhizopus stolonifer* pada buah salak dan pepaya. Pada percobaan *in vitro*, perlakuan asap cair tongkol jagung terdiri dari 0, 3, 5, dan 7% dan lima kali ulangan, yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Taraf konsentrasi yang efektif dilanjutkan dengan percobaan *in vivo*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, perlakuan asap cair dari tongkol jagung terbukti efektif menekan intensitas serangan penyakit busuk dan menekan susut buah salak dan pepaya selama penyimpanan. Perlakuan asap cair ini mampu memperpanjang masa simpan buah salak hingga hari ke-15 dan pada buah pepaya hingga hari ke-7 setelah aplikasi asap cair ini.

**Kata kunci:** Asap cair; buah pepaya; buah salak; *Rhizopus stolonifer*; tongkol jagung.

### ABSTRACT

*Salak fruit (Salacca zalacca) and papaya fruit (Carica papaya) are commodities that are susceptible to pathogen attack, and both are climacteric and their ripening continues until postharvest. The both fruits have a high water content, so they are easily damaged due to mechanical factors and postharvest pathogens. The pathogen that often attacks these two fruits is Rhizopus stolonifer which causes black rot disease. This study aimed to determine the effectiveness of liquid smoke from corn cobs in suppressing Rhizopus stolonifer on salak and papaya fruits. In the in vitro experiment, the corncob liquid smoke treatment consisted of 0, 3, 5, and 7% and five replications, which were arranged in a completely randomized design (CRD). The effective concentration level obtained was followed by in vivo experiments. The results of this study indicated that the corncob liquid smoke treatment proved effective in suppressing the intensity of black rot disease and reducing the weight loss of salak fruit and papaya during storage. The corncob liquid smoke treatment was able to extend the shelf life of salak fruit until the 15th day and for papaya until the 7th day after application of the liquid smoke.*

**Keywords:** *corncob; liquid smoke; papaya fruit; Rhizopus stolonifer; salak fruit.*

## PENDAHULUAN

Pascapanen produk pertranian bersifat mudah rusak (*perishable product*), artinya jika tidak ada perlakuan khusus yang dapat menambah simpan produk maka akan terjadi peningkatan angka kehilangan. Kehilangan pasca panen mencapai 10% sampai dengan 30% dari total tanaman, bahkan di negara berkembang angka kehilangan dapat mencapai lebih dari 50% (Soesanto, 2010).

Salah satu patogen pada pascapanen buah salak (*Salacca zalacca*) dan pepaya (*Carica papaya*) adalah fungi *Rhizopus stolonifer*. Pertumbuhan fungi ini ditentukan oleh kandungan air dari suatu substrat untuk membantu proses difusi dan pencernaan, selain itu air mempengaruhi pH substrat dan osmolaritas dan merupakan sumber dari hidrogen dan oksigen, yang dibutuhkan selama proses metabolisme (Quidesat, 2009). Fungi patogen ini dapat menembus dan menyebabkan pembusukan buah tanpa mempengaruhi kutikula buah. Hal tersebut dianggap sebagai salah satu patogen jamur pasca panen buah pepaya yang paling merusak karena kemampuannya untuk berkembang dan menyebar dengan cepat (Alvares *et al.*, 1987). Kandungan air yang tinggi pada buah pepaya juga memungkinkan adanya aktivitas mikroorganisme pembusuk sehingga buah akan mudah terinfeksi penyakit jika terjadi kerusakan secara mekanis.

Proses pirolisis terhadap biomassa limbah pertanian menghasilkan asap cair yang memiliki efek pestisida. Komponen utama dalam asap cair adalah turunan lignin yaitu fenol, alkohol, asam organik dan senyawa karbonil seperti keton, aldehid dan ester. Senyawa fenol dan asam yang terkandung dalam asap cair memiliki sifat anti jamur sehingga dapat diaplikasikan pada bahan makanan untuk mengatasi masalah kerusakan patologis (Karima, 2014). Rahmat *et al.* (2016) mengungkapkan bahwa, asap cair tempurung kelapa memiliki aktivitas fungisida menghambat pertumbuhan patogen busuk (*Rhizopus stolonifer*), pengaruh fungisida terhadap patogen busuk serupa juga terdapat pada asap cair dari sabut pinang (Novita *et al.*, 2012).

Produksi jagung secara nasional mencapai 19.612.435 ton. (BPS, 2020). Jagung banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak, dari pemanfaatan tersebut meninggalkan tongkol jagung atau disebut limbah biomassa jagung, proporsi biomassa dari tongkol mencapai 20%. Limbah tongkol jagung berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi asap cair karena tongkol jagung mengandung hemiselulosa 30,91%; alfa selulosa 26,81%; lignin 15,52%; karbon 39,80%; nitrogen 2,12%; dan kadar air 8,38% (Septiningrum, 2011). Senyawa-senyawa kimia yang terkandung pada tongkol jagung tersebut dapat dikonversi menjadi asap cair melalui proses pirolisis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas asap cair dari tongkol jagung terhadap patogen busuk (*Rhizopus stolonifer*) pada pascapanen buah salak dan pepaya.

## METODE PENELITIAN

Percobaan *in vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat taraf perlakuan konsentrasi asap cair tongkol jagung, yaitu : 0, 3, 5, dan 7% dan diulang lima kali. Inokulan fungi patogen berupa biakan murni *Rhizopus stolonifer* dari *Indonesian culture collection* (InaCC) dari Laboratorium BRIN Cibinong, Bogor, Jawa Barat.

Kemudian dilanjutkan percobaan *in vivo*, yakni diambil konsentrasi pada *in vitro* yang dapat menghambat 100% pertumbuhan fungi patogen. Konsentrasi tersebut dikalikan 10 lipat yang disusun dalam rancangan percobaan Uji-T Berpasangan, yaitu perlakuan asap cair

dan kontrol, masing-masing dialokasikan terhadap 20 petak percobaan. Aplikasi perlakuan asap cair pada buah salak dan pepaya dengan cara perendaman selama 5 menit, kemudian ditiriskan pada suhu ruang selama 30 menit. Efeknya diamati terhadap variabel intensitas serangan busuk dan susut bobot pada buah salak dan pepaya.

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah media *Potato dextrose Agar* (PDA) merk Merck, Akuades, pelarut dan pengemulsi *tween-20*, NaOH 0,1 M, *sodium hypochlorite* 10%, etanol 70%, FeCl<sub>3</sub> 1%, asap cair tongkol jagung, buah salak dan buah pepaya.

### Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini di antaranya adalah gelas ukur, tabung reaksi, Erlenmeyer, jarum ose, kain kasa, alumunium foil, kantong plastik, cawan petri, spatula, mikropipet, timbangan elektrik, bunsen, kompor listrik, autoklaf, ember, baki, pisau, sprayer, jangka sorong, mikroskop elektrik, objek gelas, *cover gelas*, alat destilasi, wadah plastik, *heamocytometer*, kertas cakram.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Asap Cair dari Tongkol Jagung

Pengujian karakteristik sampel asap cair tongkol jagung dilakukan untuk mengetahui kualitasnya sebelum diaplikasikan sebagai zat pengawet organik pada pascapanen buah salak dan pepaya. Parameter yang diambil merujuk pada standar kualitas asap cair di Jepang. Tabel 1 menunjukkan nilai hasil uji sampel asap cair tongkol jagung hasil dua kali redistilasi (*grade I*), sehingga bisa digunakan sebagai pengawet makanan (*food grade*).

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisika dan kimia asap cair tongkol jagung hasil redistilasi (*food grade*)

Parameter uji	Nilai uji sampel	Standar (Yatagai, 2002; Qi, 2006)
pH	2,0	1,5 hingga 3,7
Kandungan fenol	Ada	-
Warna	Kuning pucat	Kuning coklat kemerahan
Transparasi	Tidak keruh / transparan	Tidak keruh / transparan
Aroma	Aroma asap tajam	Beraroma khas, aroma asap tajam
Bahan terapan	Tidak ada bahan terapan	Tidak ada bahan terapan

Hasil dari pengujian sifat fisika dan kimia menunjukkan bahwa, asap cair dari tongkol jagung berkualitas baik yang memenuhi standar. Hal ini dapat dilihat dalam Tabel 2, yakni asap cair tersebut memiliki bobot jenis, warna, kadar asam, pH, dan tidak terdapat zat yang terdispersi sesuai dengan standar internasional (Yatagai, 2002; Wu, 2015).

### Pengujian *in Vitro*

Tanpa ada perlakuan asap cair, pertumbuhan miselium fungi *R. stolonifer* mencapai 3,2 cm pada 1 hari setelah inokulasi (HSI) dan seterusnya pada 2, 3, 4, dan 5 HSI terus meningkat hingga mencapai 8,56 cm, yang berbeda dengan semua perlakuan asap cair 3, 5, dan 7 %. Bahkan untuk perlakuan asap cair 5 dan 7 % mampu menekan penuh (0 cm) pertumbuhan miselium *S. stolonifer* sejak awal hingga akhir pengamatan

Tabel 2. Pengaruh perlakuan konsentrasi asap cair tongkol jagung terhadap diameter miselium *Rhizopus stolonifer*

Konsentrasi asap cair (%)	Diameter miselium <i>Rhizopus stolonifer</i> (cm)				
	1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI
$K_0 = 0$	3,20 b	8,28 b	8,56 b	8,56 b	8,56 b
$K_1 = 3$	0,09 a	0,29 a	0,30 a	0,33 a	0,34 a
$K_2 = 5$	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
$K_3 = 7$	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Beda Berganda Duncan pada taraf 5%

Terhambatnya pertumbuhan miselium fungi patogen tersebut disebabkan oleh aktivitas senyawa fenol pada asap cair, karena senyawa tersebut dapat merusak lipid pada dinding sel, mendenaturasi protein, dan merusak enzim (Sikorski *et al.*, 2006). Konsentrasi 3% sudah menunjukkan adanya aktivitas antifungi, meskipun tidak sepenuhnya menekan pertumbuhan miselium, namun lajunya jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Hal tersebut diduga karena konsentrasi asap cair yang rendah, fungi itu masih dapat mentoleransinya, meskipun dalam kondisi tercekam. Menurut Rahmat dan Albaki (2021) senyawa antifungi memiliki mekanisme kerja dengan menonaktifkan enzim yang terlibat dalam invasi fungi, merusak membran sel, dan menghambat sistem enzim, sehingga mengganggu pembentukan ujung hifa penyusun miselium dan mempengaruhi sintesis asam nukleat dan protein.

### Pengujian *in Vivo*

#### Intensitas Serangan *R. stolonifer*

##### a. Pada Buah salak

Identifikasi infeksi patogen *R. stolonifer* pada kulit buah salak dicirikan dengan adanya massa warna putih seperti kapas, yang merupakan pertumbuhan miselium fungi tersebut. Intensitas serangan patogen tersebut yang diamati adalah persentase buah yang terserang dalam jumlah buah pada setiap unit percobaan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, aplikasi asap cair tongkol jagung berpengaruh nyata terhadap intensitas kerusakan buah salak pada 11, 13 dan 15 hari setelah penyimpanan (HSP). Sedangkan pada 17 dan 19 HSP perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata. Rata-rata intensitas kerusakan buah salak pada penyimpanan yang diaplikasi asap cair tongkol jagung pada berbagai konsentrasi yang dicoba dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan konsentrasi asap cair tongkol jagung terhadap intensitas kerusakan buah salak

Konsentrasi asap cair (%)	Intensitas kerusakan buah (%)				
	11 HSP	13 HSP	15 HSP	17 HSP	19 HSP
$K_0 = 0$	20,63 c	23,13 c	27,50 b	40,63 a	49,38 a
$K_1 = 3$	10,00 ab	13,75 b	20,00 ab	30,63 a	39,50 a
$K_2 = 5$	4,38 a	6,88 ab	13,75 a	23,75 a	34,38 a
$K_3 = 7$	3,75 a	9,38 a	13,13 a	24,38 a	38,13 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan 5%

Pada Tabel 3 terlihat bahwa, pada 11 dan 13 HSP intensitas kerusakan buah salak yang diberi asap cair tongkol jagung lebih rendah dan berbeda dibandingkan kontrol. Pada 15 HSP, perlakuan konsentrasi 3 % memberikan intensitas serangan patogen yang tidak berbeda dengan kontrol, namun dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 5 dan 7 % berbeda nyata. Sedangkan pada 17 dan 19 HSP intensitas serangan patogen pada perlakuan asap cair tongkol jagung dan kontrol tidak berbeda. Hal ini karena pada 17 dan 19 HSP kemampuan perlindungan asap cair tersebut sudah tidak memadai untuk mempertahankan penyimpanan buah salak.

#### b. Pada Buah Pepaya

Pengamatan intensitas serangan penyakit jamur *Rhizopus stolonifer* pada buah pepaya dilakukan pada 3 sampai 7 hari setelah penyimpanan (HSP) seperti disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis Uji-T tidak berpasangan menunjukkan bahwa, terjadi perbedaan antara intensitas serangan pada buah pepaya yang diberi perlakuan asap cair dan kontrol, yaitu buah pepaya yang diberi perlakuan asap cair memiliki intensitas serangan yang lebih rendah.

Tabel 4. Perbandingan intensitas serangan *Rhizopus stolonifer* pada kontrol dan perlakuan asap cair dalam penyimpanan buah pepaya

Waktu pengamatan (HSP)	Intensitas serangan (%)		T <sub>hitung</sub>	T <sub>tabel</sub>
	K <sub>0</sub> %	K <sub>50</sub> %		
3	20,00	11,25*	2,39	2,09
4	22,50	13,75*	2,63	2,09
5	35,00	18,75*	2,80	2,09
6	67,50	25,00*	4,77	2,09
7	77,50	48,75*	2,40	2,09

Keterangan: \* berbeda nyata antara perlakuan konsentrasi asap cair 50% dan kontrol berdasar Uji T pada taraf kepercayaan 95%

Namun seiring dengan lama penyimpanan, kelompok buah yang diberi perlakuan asap cair itu terjadi pula kenaikan intensitas serangan. Berarti terjadinya fenomena penurunan kemampuan perlingkungannya terhadap infeksi *R. stolonifer* terhadap buah pepaya. Penurunan kemampuan asap cair ini dimungkinkan karena senyawa aktif mengalami reaksi akibat adanya kontak dengan udara, yaitu kandungan asap cair didominasi oleh asam organik dan fenol yang merupakan senyawa organik yang dapat menguap, sehingga makin menurun konsentrasinya pada permukaan buah. *Rhizopus stolonifer* dapat mentoleransi keberadaan fenol yang rendah itu. Selain itu, adanya luka juga berpengaruh terhadap intensitas serangan, karena fungi *Rhizopus stolonifer* merupakan golongan fungi luka, sehingga akan mudah menginfeksi bagian buah yang terluka (Rahmat *et al.*, 2016). Buah yang terluka akan mengalami kerusakan jaringan pelindungnya, sehingga jaringan endodermis pada buah akan terbuka dan mengeluarkan cairan, keadaan ini yang memudahkan fungi melakukan infeksi (Pratomo *et al.*, 2009).

## Susut Bobot Buah

### a. Pada Buah salak

Tabel 5. Pengaruh perlakuan konsentrasi asap cair tongkol jagung terhadap susut buah salak dalam penyimpanan

Konsentrasi asap cair (%)	Susut buah salak (%)
$k_0 = 0$	29,81 b
$k_2 = 3$	27,56 a
$k_3 = 5$	26,43 a
$k_4 = 7$	25,72 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan

Pada Tabel 5 terlihat perlakuan asap cair tongkol jagung 3, 5, dan 7 % memberikan persentase susut bobot buah salak yang lebih kecil dibanding kontrol. Fakta ini membuktikan bahwa, perlakuan asap cair terhadap penyimpanan buah salak mampu memperkecil susut bobot buah dalam penyimpanan.. Hal ini diduga karena aplikasi asap cair tongkol jagung sebagai zat pengawet dapat menekan laju respirasi dan transpirasi buah salak.

### b. Pada Buah Pepaya

Susut bobot buah diamati dengan menghitung selisih bobot buah pepaya antara hari pertama dan hari ketujuh, dengan hasil rata-rata penurunan berat buah pepaya ditunjukkan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil dari analisis uji-t tidak berpasangan menunjukkan bahwa, perlakuan asap cair mampu menekan penurunan bobot buah pepaya karena terjadi proses pematangan buah pascapanen.

Tabel 6. Perbandingan Susut buah pepaya pada kontrol dan perlakuan asap cair dalam penyimpanan buah buah pepaya

Waktu pengamatan (HSP)	Susut bobot buah (g)		$T_{hitung}$	$T_{tabel}$
	$K_0$	$K_1$		
7	46,35	28,55*	3,37	2,09

Keterangan: \* berbeda nyata antara perlakuan konsentrasi asap cair 50% dan kontrol berdasar Uji T pada taraf kepercayaan 95%

Penghambatan ini diperkuat dengan adanya senyawa asap cair sebagai agen pelindung aktif pada permukaan buah. Senyawa fenol memiliki sifat antioksidan alami, senyawa-senyawa fenol ini berperan sebagai donor hidrogen yang efektif dalam jumlah yang sangat kecil sehingga dapat menghambat oksidasi. Setelah dipanen, buah terus melakukan aktivitas fisiologinya, termasuk respirasi. Semakin tinggi laju respirasi, maka semakin cepat perombakan yang menyebabkan pada kerusakan pada buah. Aktiviats senyawa fenol sebagai antioksidan membantu menghambat laju oksidasi buah pepaya. Terhambatnya laju oksidasi akan memperlambat proses respirasi sehingga waktu penyimpanan buah menjadi lebih lama. Selama periode penyimpanan, secara alami buah salak akan mengalami penurunan bobot. Susut bobot terjadi akibat adanya proses respirasi, transpirasi maupun akibat aktivitas mikroba. Respirasi merupakan proses yang terjadi pada sel untuk memecah senyawa karbon

dan menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, uap air dan energi. Proses respirasi digunakan untuk menyediakan energi untuk proses jalur reaksi lain selama penyimpanan (Gardjito dan Swasti, 2014).

Siriboon dan Banluisilp (2004) menyatakan bahwa proses biokimia buah memerlukan energi yang diperoleh dari proses respirasi. Kelebihan energi dari proses respirasi keluar dari jaringan melalui proses transpirasi. Kandungan air yang menguap dari buah dapat menyebabkan penurunan bobot buah, teksturnya yang lunak dan penampilan yang kurang menarik. Produk segar yang kehilangan air lebih dari 10% dari berat basah, maka buah tersebut tidak dapat dipasarkan kembali (Adirahmanto *et al.*, 2013)

## KESIMPULAN

Asap cair dari tongkol jagung hasil dua kali redistilasi (*food grade*) memiliki karakteristik yang memenuhi standar kualitas asap cair internasional, meliputi : pH, kandungan fenol, dan bebas senyawa karsiogenik. Asap cair tongkol jagung mampu memperlambat terjadinya susut bobot buah, menghambat peningkatan total padatan terlarut, dan melindungi buah salak dan pepaya dari patogen busuk buah (*Rhizopus stolonifer*). Aplikasi asap cair tongkol jagung sebagai zat pengawet efektif untuk memperpanjang umur simpan buah salak dan pepaya, masing-masing selama 15 dan 7 hari setelah masa simpan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi dan Riset Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah nomor 055/E5/PG.02.00.PT/2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adirahmanto, K. A., R. Hartanto dan D.D. Novita. 2013. Perubahan Kimia dan Lama Simpan Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis Reinw*) dalam Penyimpanan Dinamis Udara – CO<sub>2</sub>. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 2:123 – 132.
- Alvares, A. M. Dan W. T. Nishijima. 1987. Postharvest Diseases of Papaya. *Plant Diseases*. 71(8),682-686.
- BPS, 2020. Produksi Jagung Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. <https://www.bps.go.id>
- Gardjito, M., dan Y. R. Swasti. 2014. Fisiologi Pascapanen. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Karima, R, 2014. Karakterisasi Sifat Fisika dan Kimia Cuka Kayu dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6(1):35-40.
- Novita, D. A., Iswendi, dan Aryani. 2012. Uji Antimikroba Asap Cair Hasil Pirolisis Sabut Pinang (*Areca Catechu L*) Terhadap Pertumbuhan *Aspergillus flavus* dan *Rhizopus stoloniferus*. *Chemistry Journal of State University of Padang* 1(2): 6-8.
- Pratomo, A., C. Sumardiyono dan Y.M.S. Maryudani. 2009. Identifikasi dan Pengendalian Jamur Busuk Putih Buah Salak dengan Ekstrak Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*.15(2):65-70.
- Quidesat, K., K. Abu-Elteen, A. Elkarmi, and M. Abussaud. 2009. Assesment of Airborne Pathogens in Healthcare Settings. *African Journal of Microbiology Research* 3(2): 66-76.

- Rahmat, B., D. Natawijata dan W. Setiawan. 2016. Efektivitas Cuka Kayu Tempurung Kelapa pada Pengendalian Patogen Busuk Lunak (*Rhizopus stolonifer*) pada Buah Stroberi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian VI 2016* Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. 368-372.
- Rahmat, Budy and A.Z.H. Albaqi. 2021. Fungicidal Action of Coconut Waste Liquid Smoke on Citrus Fruit-rot Pathigen (*Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*). *International Journal of Microbiology and Biotechnology*. 6(2):53-58.
- Septiningrum, K., Apriana dan Chandra. 2011. Produksi Xilanase dari Tongkol Jagung dengan System Bioproses Menggunakan *Bacillus circulans* Untuk Pra-Pemutihan Pulp. Bandung: Balai Besar Pulp dan Kertas, Kementerian Perindustrian Indonesia. 5(1): 87-97
- Sikorski, I., A. Zotos., S. Melidou dan R. Tsikritzi. 2006. The Effect of Liquid Smoking of Filelets of Trout (*Salmo gairdnerii*) on Sensory, Microbiological and Chemical Change During Chilled Storage. *Food Chemistry*. 101:458-464.
- Siriboon, N. And Banlusilp. 2004. A Study in the Ripening Process of 'Namwa' Banana. *AU Journal of Technology*. 159-164
- Soesanto, L. 2010. Penyakit Pascapanen. Kanisius, Yogyakarta.
- Wu, Q., S. Zhang, B. Hou, H. Zheng, W. Deng, D. Liu, dan W. Tang. 2015. Study on The Preparation of Wood Vinegar from Biomass Residues by Carbonization Process. *Bioresource Technology*, 179, 98-103.
- Yatagai, Mitsoyushi. 2002. Utilization of Charcoal and Wood Vinegar in Japan. *RDCFPT in Cooperation with JCFA*, Bogori.

## OPTIMASI PROSES GLISEROLISIS ENZIMATIS UNTUK PRODUKSI MONOGLISERIDA BERBASIS *FULLY HYDROGENATED* *PALM KERNEL OIL*

Zakwan, Z<sup>1,3\*</sup>, Lubis, Z<sup>2</sup>, Elisabeth, J<sup>4</sup>, Julianti, E<sup>2</sup>, Rahimah<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Willem Iskandar, Medan 20371, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia.

<sup>3</sup>Program Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia.

<sup>4</sup>Politeknik Wilmar Bisnis Indonesia, Laut Dendang, Jalan Kapten Batu Sihombing, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara 20371, Indonesia.

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Willem Iskandar, Medan 20371, Indonesia.

\*Email: [zakwanzulkarnain11@gmail.com](mailto:zakwanzulkarnain11@gmail.com)

### ABSTRAK

Kebutuhan emulsifier pangan global >70% merupakan monogliserida. Adanya kekhawatiran terhadap produk monogliserida yang diproduksi secara tidak ramah lingkungan dan sebagian besar produknya masih diimpor, padahal Indonesia berpotensi sebagai produsen monogliserida karena adanya ketersediaan bahan baku berupa turunan minyak nabati (sawit). Penelitian ini bertujuan melakukan optimasi proses produksi MG berbasis turunan minyak inti sawit Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil (FHPKO) melalui gliserolisis enzimatis menggunakan lipase *Thermomyces lanuginose* Imobil (TLIM). Desain penelitian yang digunakan yaitu Box Behnken Design (BBD) dengan parameter (tertinggi-terendah) secara berturut-turut adalah suhu (50-90°C), rasio substrat Triglycerida (TG) : gliserol (Gly) (0,27-1 mol/mol) dan waktu (8-24 jam). Konsentrasi MG diidentifikasi menggunakan metode *Gas Chromatography*. Selanjutnya dilakukan analisis regresi dan optimisasi respon terhadap data penelitian yang diperoleh menggunakan aplikasi Minitab. Analisis regresi menunjukkan bahwa parameter proses optimasi yang paling mendekati garis signifikan secara linier, kuadratik dan interaksi berturut-turut adalah suhu, rasio dan interaksi suhu-rasio substrat. Hal ini dibuktikan grafik optimasi yang menunjukkan bahwa konsentrasi MG cenderung semakin meningkat jika suhu proses dan rasio substrat semakin meningkat. Tetapi jika rasio substrat TG:Gly ditingkatkan > 0,5 maka cenderung terjadi penurunan pada konsentrasi MG. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kondisi optimal proses gliserolisis FHPKO menggunakan lipase TLIM untuk produksi MG diperoleh pada suhu; waktu; rasio substrat TG:Gly; dan konsentrasi MG berturut-turut yaitu 90°C; 8 jam; 0,5 mol/mol; dan 12,8%. Kesimpulan dari penelitian adalah turunan minyak sawit FHPKO berpotensi untuk menghasilkan produk crude monogliserida > 10% dengan nilai HLB referensi sekitar 3-5 sebagai bio-emulsifier produk emulsi air dalam minyak seperti mayonnaise dan margarin.

**Kata kunci:** emulsifier pangan; gliserolisis enzimatis; lipase TLIM; monogliserida; optimasi.

### **ABSTRACT**

Globally, the food emulsifiers needed in 2022 was >70% as monoglyceride (MG) products. There were worries about MG products that were produced by non-environment friendly and massively still imported products. Even though Indonesia has the potential as producer MG, because of the existence of the raw material from derivative vegetable oil (such palm oil). The aim of this study is to optimize the MG production based on Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil (FHPKO) through enzymatic glycerolysis using *Thermomyces lanuginose Immobile (TLIM)* lipase. Design of research used was the Box Behnken Design (BBD) with parameters (highest-lowest) sequentially were temperature (50-90°C), substrate ratio of triglycerides (TG) : glycerol (Gly) (0.27-1 mol/mol) and reaction time (8-24 hours). The MG concentrations were identified using the Gas Chromatography method. Furthermore the research data was analyzed by regression and response optimization using Minitab. The regression analysis showed the closest parameters with significant boulder linear, quadratic and interaction consecutively was temperature, substrate ratio and interaction temperature-substrate ratio. The optimal conditions for the FHPKO glycerolysis process using TLIM lipase for MG production was obtained on temperature; reaction time; substrate ratio; and MG concentrations respectively i.e. 90°C; 8 hours; 0.5 mol/mol; and 12.8%. The conclusion was the potential of FHPKO for producing crude MG products > 10% with reference HLB value about 3-5 as a bio-emulsifier product water in oil emulsion like mayonnaise and margarine.

**Keywords:** enzymatic glycerolysis; food emulsifier; monoglyceride; optimization; TLIM lipase.

## 1. PENDAHULUAN

Monogliserida (MG) dibutuhkan pada hampir seluruh produk pangan dalam bentuk emulsifier (Hasenhuettl and Hartel, 2019). Bahan baku untuk pembuatan monogliserida yaitu minyak/lemak (trigliserida) baik hewani maupun nabati. Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi sumber minyak/lemak (trigliserida) nabati, seperti minyak sawit dan turunannya, memiliki potensi besar sebagai produsen monogliserida (BPS, 2017). Namun sebagian besar monogliserida dalam negeri masih tergantung pada impor, yang semestinya monogliserida dapat diproduksi secara mandiri dengan proses yang aman dan ramah lingkungan.

Sampai saat ini sebagian besar produk monogliserida komersil masih menggunakan reaksi sintesis pada suhu tinggi sekitar 200-270°C dan menggunakan katalis anorganik seperti Nikel dan Natrium. Sehingga membutuhkan konsumsi energi yang tinggi, hasil samping bersifat toksik dan warna produk relatif gelap (Tao *et al.*, 2019). Meskipun reaksi tersebut tidak ramah lingkungan dan berkelanjutan, namun tetap digunakan karena dianggap lebih ekonomis dan efisien (Norn, 2015). Sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui bahwa penggunaan lipase dan turunan minyak sawit berpotensi memproduksi monogliserida yang lebih ramah lingkungan. Turunan minyak sawit *Fully Hydrogenated Palm Oil* (FHPO) sudah digunakan pada pembuatan monogliserida komersil. Penelitian produksi monogliserida berbasis *Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil* (FHPKO) juga sudah dilakukan, namun belum banyak ditemukan terkait proses optimasinya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan optimasi proses gliserolisis enzimatis untuk produksi monogliserida berbasis FHPKO.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi bahan utama yang digunakan dalam penelitian dan metode yang digunakan dalam pemecahan permasalahan termasuk metode analisis.

### Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah *Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil* (FHPKO) IV berasal dari PT. PAMIN, Indonesia. Lipase *Thermomyces lanuginosa* Imobil (TLIM) (Novozyme), gliserol/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub> (teknis, Indonesia).

### Alat

Adapun alat yang digunakan adalah neraca analitik, erlenmeyer vakum 100 ml (pyrex), refrigerator (Samsung), hotplate stirrer thermostatis, pompa vakum (Orion, Indonesia), statif dan klem universal (Bosch), *Gas Chromatography* (GC Series 2010 Plus, Shimazu), pH meter digital (Rumix), tachometer digital (DT-2234C+). Beberapa alat dirangkai membentuk reaktor seperti desain pada Gambar 1.

### Desain Penelitian

Desain optimasi proses gliserolisis enzimatis untuk produksi monogliserida yang digunakan adalah *box-behnkenn design* (BBD). Adapun data masukan yang digunakan pada optimasi proses sesuai yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain penelitian optimasi gliserolisis enzimatis untuk produksi MG

Faktor	Nilai terendah (-1)	Nilai tertinggi (+1)	MG(%)
Suhu (°C) <sup>a,b,c</sup>	50	90	Uji
Waktu (jam) <sup>a,b,c</sup>	8	24	Uji
Rasio gliserol : trigliserida (mol/ mol) <sup>a,b,c,d</sup>	1 : 3,7	1 : 1	Uji

Sumber : <sup>a</sup>Kaewthong *et al.*, 2005; <sup>b</sup>Fang, 2007; <sup>c</sup>Silveira *et al.* 2017; <sup>d</sup>Solaesa *et al.*, production of monoa

Desain penelitian ini dijalankan menggunakan software Minitab. Kemudian dilakukan proses gliserolisis sesuai data optimasi yang didesain secara otomatis oleh software. Kemudian produk *crude* MG yang diperoleh dianalisis menggunakan GC untuk mengetahui kadar MG.

### Analisis Data Hasil Penelitian

Pada optimasi proses dilakukan analisis regresi untuk melihat pengaruh parameter proses terhadap pembentukan produk MG. Selanjutnya analisis respon optimasi untuk mengetahui kondisi optimal proses gliserolisis menggunakan lipase TLIM untuk pembentukan MG. Kemudian pendeskripsian karakteristik aktivitas lipase TLIM dalam proses gliserolisis untuk pembentukan MG dianalisis melalui *contour* dan *surface plot*. Analisis trending pembentukan MG dari jenis substrat yang berbeda. Semua analisis data dilakukan menggunakan software Minitab (Awadallak, 2019; Cavalcanti-Oliveira *et al.*, 2011oleic acid as free fatty acid (FFA; Squeo *et al.* 2020).

### Prosedur Penelitian

#### Reaksi gliserolisis enzimatis

Sebanyak 14 gram substrat yaitu trigliserida:gliserol dengan rasio (mol/mol) sesuai desain masing-masing dikonversi ke dalam gram. Sebanyak x gram FHPKO dimasukkan ke dalam reaktor (Awadallak, da Silva, and da Silva 2019; Damstrup *et al.* 2005; Subhedar *et al.* 2015). Lipase dengan konsentrasi 5% w/w substrat dimasukkan (Fang, 2007) ke dalam reaktor kemudian distirer selama 30 menit dengan suhu 50oC supaya homogen. Selanjutnya gliserol ditambahkan secara perlahan (Torres, Lin, and Hill 2002; Yang *et al.* 2005) sampai membentuk emulsi (Santini *et al.* 2009).

Campuran tersebut diagitasi pada suhu 50-90oC sesuai desain masing-masing (Solaesa *et al.*, 2015) menggunakan hotplate stirrer dengan kecepatan 250 rpm (Kaewthong *et al.*, 2005; Mangas-Sánchez *et al.*, 2015. Binhayeeding *et al.*, 2017) selama 8-24 jam sesuai desain masing-masing (Solaesa *et al.*, 2015), dalam kondisi vakum dengan kelembapan yang sangat kering atau kadar air<7,5% (Subhedar *et al.* 2015). Suspensi yang terbentuk dipisahkan secara dekantasi sampai terbentuk lapisan (Palacios *et al.* 2019). Kemudian produk berupa *crude* MG diambil dengan cara filtrasi

Prosedur uji gliserida dengan Gas Chromatography

Adapun prosedur pengujian gliserida menggunakan metode Cd 11b-91 (AOCS, 2020) sebagai berikut :

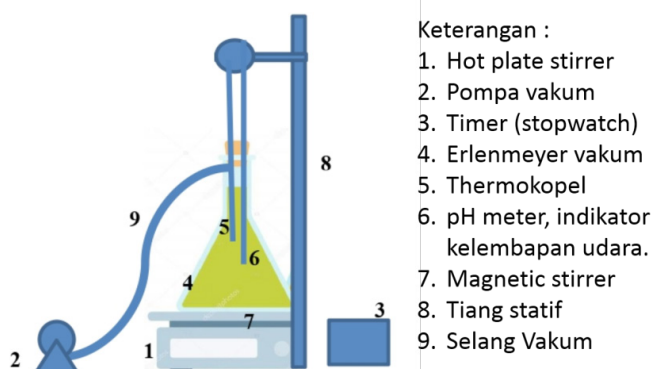
- a. Peralatan yang digunakan yaitu *gas chromatography* (GC), kolom *capillary* DB 5 HT. Kondisi operasi GC yaitu split rasio (1:50), suhu injektor (320°C), suhu kolom (80°C tahan 5 menit, suhu naik 7°C/menit sampai 230°C, suhu naik 30°C/menit sampai 380°C, tahan selama 15 menit). Suhu *detector* (350°C), gas pembawa (5 ml He/min C pada 80°C), volume injeksi 1-5 µl.
- b. Bahan yang digunakan yaitu N-N-bis (trimethylsilyl) trifluoroacetamid (BSTFA), pyridine, trimethylchlorsilane (TMCS), N-hexane, standar internal.
- c. Cara kerja
  1. Ditimbang sampel 0,01-0,05 gram sampel, masukkan ke dalam tabung reaksi bertutup.
  2. Ditambahkan 0,2 ml BSTFA dan 0,1 ml TMCS dan 0,1 ml TMCS dan 0,1 ml larutan internal standard, tutup tabung dan fortex sampai homogen.
  3. Dihangatkan campuran reaksi tersebut pada suhu 70°C selama 20 menit.
  4. Diinjek ke GC 1-5 µl dengan kondisi GC seperti pada point a.
  5. Diketahui kadar MG dengan menghitung persentase luas area dari pik yang muncul pada kromatogram GC.

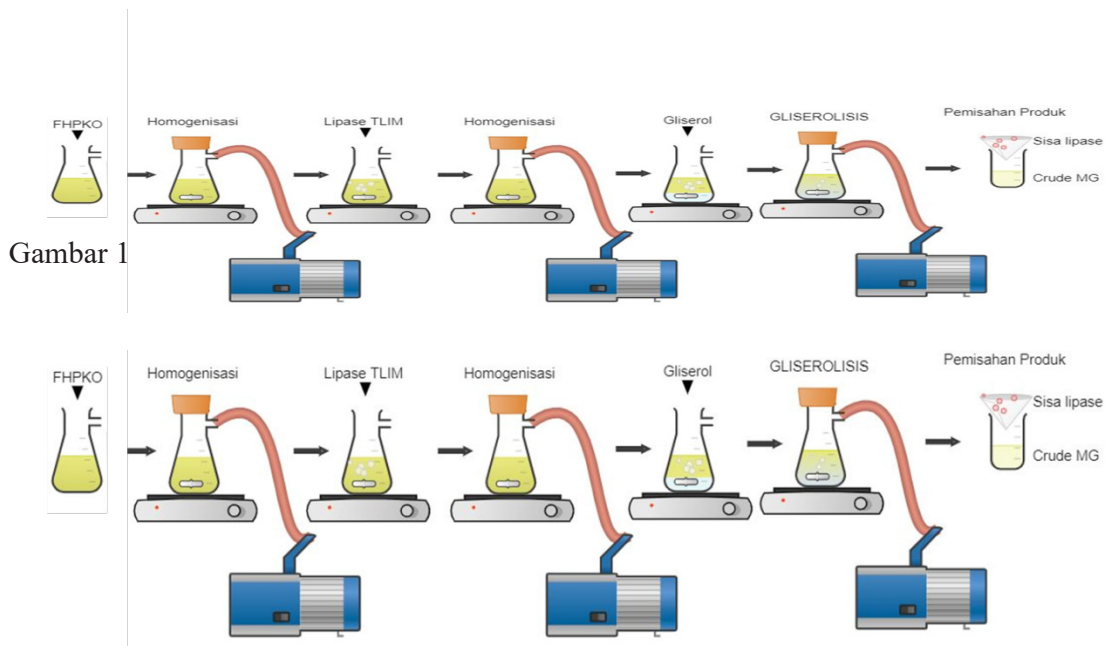
#### Prosedur uji bilangan iodin (AOCS Cd 1b-87)

Bahan panaskan sampai homogen, kemudian ditimbang sebanyak 10 gram dalam n sampai homogen, kemudian ditimbang sebanyak 10 gram katalis. labu tertutup. Sikloheksan:asam asetat (1:1) ditambahkan ke dalam labu dan dihomogenkan sampai terlarut sempurna. Selanjutnya ditambahkan larutan Wijs lalu labu ditutup dan diaduk hingga homogen. Labu diletakkan pada suhu ruang dan gelap selama 30 menit. Kemudian larutan KI dan 100 ml akuades ditambahkan ke dalam labu lalu dititrasi secara perlahan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1N. Titrasi dilanjutkan sampai warna kuning hampir hilang kemudian ditambahkan 1-2 ml larutan kanji dan dilanjutkan titrasi sampai warna biru tepat hilang. Untuk setiap sampel digunakan sebuah blanko dengan cara dan perlakuan sama seperti sampel. Bilangan iod (BI) dihitung menurut persamaan berikut ini :

$$BI = (B-S) \times N \times 12,69 / W$$

dengan B yaitu volume (ml) titrasi blanko, S adalah volume (ml) titrasi sampel, N merupakan normalitas Na-tiosulfat, dan W adalah berat sampel (gr).





Gambar 2. Skema prosedur reaksi gliserolisis FHPKO yang dikatalis lipase TLIM

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 2-4 akan disajikan hasil dari analisis statistik optimasi proses gliserolisis enzimatis berbahan FHPKO menggunakan katalis lipase TLIM.

Tabel 2. *Box Behnken Design* (BBD) Optimasi Proses Gliserolisis Enzimatis FHPKO

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Rasio (TG:Gly)	MG (%)	Std Order	Run Order	Blocks	PfType
90	8	0,635	16,8415	1	1	1	1
70	24	1,000	5,6072	2	2	1	1
90	16	1,000	2,6296	3	3	1	1
50	8	0,635	3,7414	4	4	1	1
70	16	0,635	5,5641	5	5	1	1
70	24	0,270	13,5441	6	6	1	1
70	16	0,635	17,0239	7	7	1	1
50	16	1,000	5,7413	8	8	1	1
70	8	0,270	7,5683	9	9	1	1
70	16	0,635	4,0874	10	10	1	1
90	16	0,270	5,9606	11	11	1	1
70	8	1,000	4,4322	12	12	1	1
90	24	0,635	10,2004	13	13	1	1
50	16	0,270	4,4600	14	14	1	1
50	24	0,635	4,1957	15	15	1	1

Sumber : *Design of Experiment* (DOE) pada Minitab

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa variabel-variabel yang muncul dari suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) adalah 50, 70 dan 90; waktu (jam) yaitu 8, 16 dan 24; rasio TG:Gly (mol/mol) adalah 1:3,7 (0,27); 1:1,57 (0,635) dan 1:1. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap pembentukan MG, maka dilakukan analisis varians (ANOVA) yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. ANOVA pengaruh suhu, waktu dan rasio substrat terhadap kadar MG

Source*)	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	127,256	14,1395	0,38	0,902
Linear	3	59,896	19,9652	0,54	0,678
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	1	38,254	38,2537	1,03	0,357
Waktu (jam)	1	0,116	0,1162	0	0,958
Rasio (TG:Gly)	1	21,526	21,5257	0,58	0,482
Square	3	43,694	14,5646	0,39	0,765
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )*Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	1	9,673	9,6729	0,26	0,632
Waktu (jam)*Waktu (jam)	1	7,995	7,9951	0,21	0,663
Rasio (TG:Gly)*Rasio (TG:Gly)	1	24,489	24,4892	0,66	0,454
2-Way Interaction	3	23,666	7,8888	0,21	0,884
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )*Waktu (jam)	1	12,586	12,5862	0,34	0,586
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )*Rasio (TG:Gly)	1	5,318	5,3183	0,14	0,721
Waktu (jam)*Rasio (TG:Gly)	1	5,762	5,7619	0,15	0,71
Error	5	186,344	37,2689		
Lack-of-Fit	3	86,058	28,6858	0,57	0,686
Pure Error	2	100,287	50,1434		
Total	14	313,6			
R-Square ( $R^2$ )					0,41

Keterangan\*) : DF = Degree of Freedom (derajat bebas), SS = Some of Square, MS =Mean Square.

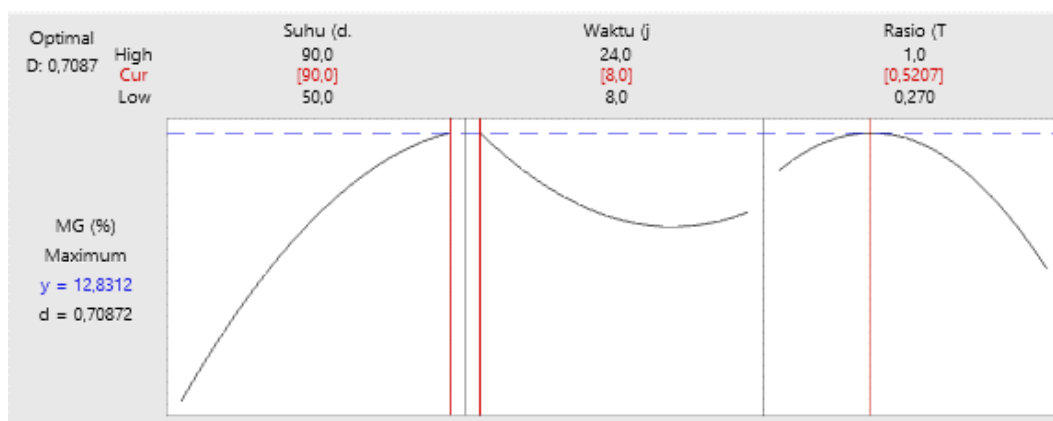
Tabel 4. Level Proses Optimal (Solusi)

Solusi	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Waktu (jam)	Rasio (TG:Gly)	MG (%) Fit	Composite Desirability
1	90	8	0,520707	12,8312	0,7087

Sumber : Analisis Minitab

Interaksi dari berbagai parameter pada optimasi proses gliserolisis FHPKO yang dikatalis lipase TLIM secara signifikan dapat diamati menggunakan Tabel 3. Keakuratan model optimasi yang digunakan ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,41. Hal ini berarti bahwa model yang digunakan dapat menjelaskan pengaruh parameter optimasi sebesar 41% dan pengaruh lain diasumsikan berasal dari variabel yang belum bisa diprediksi. Nilai P-value  $> 0,05$  menunjukkan bahwa parameter dan interaksinya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap produksi MG. Hal ini bisa disebabkan aktivitas biologis yang tidak konstan dari katalis lipase TLIM pada reaksi gliserolisis karena reaksi gliserolisis menggunakan lipase TLIM termasuk reaksi orde nol. Hal ini menggambarkan bahwa laju reaksi pembentukan produk (MG) tidak bergantung pada variabel-variabel proses seperti suhu, waktu dan konsentrasi substrat, melainkan sebaran dan serapan yang merata antara substrat dan lipase (Peters 2017).

Selanjutnya optimal proses bisa dilakukan sesuai Tabel 4, dengan nilai *composite desirability* (CD) 0,71. Hal ini berarti tingginya tingkat keberhasilan dari kombinasi variabel-variabel yang disarankan untuk mencapai target MG yang diinginkan karena nilai CD mendekati 1. Fenomena proses optimasi yang direkomendasikan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik optimisasi pembentukan MG pada reaksi gliserolisis FHPKO yang dikatalis lipase TLIM

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa jika kondisi proses gliserolisis enzimatis FHPKO diatur dengan level suhu; waktu dan rasio substrat (TG:Gly) masing-masing sebesar 90°C; 8 jam dan 0,5 (1:2 mol/mol), maka konsentrasi MG yang diperoleh sekitar 12,83%. Pada Gambar dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi MG diperoleh pada peningkatan level suhu proses. Sedangkan konsentrasi MG mengalami penurunan ketika bertambahnya waktu proses gliserolisis enzimatis FHPKO. Hal ini disebabkan substrat FHPKO yang tidak memiliki ikatan rangkap sehingga komformasi TG sangat rapat. Oleh karena itu, ikatan ester sangat sulit dipisahkan dari gliserolnya.

## KESIMPULAN

FHPKO bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan MG melalui gliserolisis menggunakan lipase TLIM. Perkiraan nilai HLB produk MG yang diperoleh yaitu 3-6 karena memiliki kadar MG > 10%. Sehingga produk MG berpotensi untuk digunakan sebagai bio-emulsifier pada produk pangan emulsi air dalam minyak seperti mayones, margarin, roti, biskuit dan kue. Disarankan untuk penelitian selanjutnya bisa melakukan proses gliserolisis dengan waktu < 8 jam atau mengkaji terkait aplikasi produk MG.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Kemdikbud Diktiristik) yang telah memberikan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) dengan nomor surat B/67/D.D3/KD.02.00/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOCS. 2020. AOCS Recommended Practice. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (7<sup>th</sup> Edition) [internet]. [7 Oktober 2020]: <https://myaccount.aocs.org/PersonifyEbusiness/Store/Product-Details/productId/111531>.
- Awadallak, Jamal, A., Edson, A., and Camila, S. 2019. Production of Linseed Diacylglycerol-Rich Oil by Combined Glycerolysis and Esterification. *Industrial Crops and Products* (April): 111937. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111937>.
- BPS-Badan Pusat Statistik. 2017. Indonesian Oil Palm Statistics 2016. *Statistics Indonesia*

- 136(1). <https://www.bps.go.id/publication/2018/11/13/b73ff9a5dc9f8d694d74635f/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2017.html> (October 10, 2019).
- Cavalcanti-Oliveira, E. D. A., Da Silva, P. R., Ramos, A. P., Aranda, D. A. G. Freire, D. M. G. 2011. Study of Soybean Oil Hydrolysis Catalyzed by *Thermomyces Lanuginosus* Lipase and Its Application to Biodiesel Production via Hydroesterification. *Enzyme Research* 2011(1).
- Damstrup, M. L., Jensen, T., Sparsø, F. V., Kiil, S. Z., Jensen, A. D., and Xu, X. 2005. Solvent Optimization for Efficient Enzymatic Monoacylglycerol Production Based on a Glycerolysis Reaction. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 82(8): 559–64.
- Fang, D Li. 2007. Enzymatic Synthesis of Monoglycerides by Lipase-Catalyzed Glycerolysis. *Journal of the Chinese Cereals and Oils*: 1.
- Hasenhuettl, G. L., and R. W. Hartel. 2019. *Food Emulsifier and Their Application*. Third. New York: Springer.
- Kaewthong, W., Sarote, S., Poonsuk, P., and Aran, H. 2005. Continuous Production of Monoacylglycerols by Glycerolysis of Palm Olein with Immobilized Lipase. *Process Biochemistry* 40(5): 1525–30.
- Mangas, S., Juan, Mar, S., and Patrick, A. 2015. Effective and Highly Selective Lipase-Mediated Synthesis of 2-Monoolein and 1,2-Diolein in a Two-Phase System. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 112: 9–14.
- Norn, V. 2015. *Emulsifiers in Food Technology*. Second. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Palacios, David, Natividad, O., Nuria, R., and María, D. B. 2019. Lipase-Catalyzed Glycerolysis of Anchovy Oil in a Solvent-Free System: Simultaneous Optimization of Monoacylglycerol Synthesis and End-Product Oxidative Stability. *Food Chemistry* 271(April 2018): 372–79. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.184>.
- Peters, B. 2017. Rate Laws. *Reaction Rate Theory and Rare Events Simulations*: 39–77.
- Santini, S., Crowet, J. M., Thomas, A., Paquot, M., Vandebol, M., Thonart, P., Wathelet, J. P., and Blecker, C. 2009. Study of *Thermomyces Lanuginosa* Lipase in the Presence of Tributyrilglycerol and Water. *Biophysj* 96(12): 4814–25.
- Silveira, E. A. M., Sonia, B., Alessandra, S., Simona, M., Rita, P., Tardioli, P. W., Farinas, C. S., Rocha-martin, J., Fernandez-lorente, G., and Guisan, J. M. 2017. Modulation of the Regioselectivity of *Thermomyces Lanuginosus* Lipase via Biocatalyst Engineering for the Ethanolysis of Oil in Fully Anhydrous Medium : 1–13.
- Solaesa, G., Sanz, M. T., Melgosa, R., Bucio, S. L., and Beltrán, S. 2015. Glycerolysis of Sardine Oil Catalyzed by a Water Dependent Lipase in Different Tert-Alcohols as Reaction Medium. *Grasas y Aceites* 66(4).
- Squeo, G., Difonzo, G., Summo, C., Crecchio, C., and Caponio, F. 2020. Study of the Influence of Technological Coadjuvants on Enzyme Activities and Phenolic and Volatile Compounds in Virgin Olive Oil by a Response Surface Methodology Approach. *Lwt* 133(December 2019): 109887. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109887>.
- Subhedar, P. B., Botelho, C., Ribeiro, A., Castro, R., Pereira, M. A. G., Parag, R., Cavaco-

- Paulo, A. 2015. Ultrasound Intensification Suppresses the Need of Methanol Excess during the Biodiesel Production with Lipozyme TL-IM. *Ultrasonics Sonochemistry* 27: 530–35.
- Tao, W., Junzhang, L., Weidong, W., and Shuang L. 2019. Designer Bioemulsifiers Based on Combinations of Different Polysaccharides with the Novel Emulsifying Esterase AXE from *Bacillus Subtilis* CICC 20034. *Microb Cell Fact* 18 : 173.
- Torres, C., Betty, L., and Charles, G. H. 2002. Lipase-Catalyzed Glycerolysis of an Oil Rich in Eicosapentaenoic Acid Residues. *Biotechnology Letters* 24(9): 667–73.
- Yang, T., Morten, R., Ulrik, E., and Xuebing, Xu. 2005. Enzymatic Production of Monoacylglycerols Containing Polyunsaturated Fatty Acids through an Efficient Glycerolysis System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(5): 1475–81.
- Zakwan, Julianti, E., and Lubis. Z. 2017. Production Mono-Diglyceride (MDG) from Refined Deodorized Palm Oil (RBDPO) by Enzymatic Process. *International Food Research Journal* 24(1): 56–59.

## PENGARUH PERBANDINGAN MENTIMUN DAN AIR DALAM PENGEMBANGAN *REFRESHED STARTER* DAN APLIKASI DALAM BENTUK ROTI *SOURDOUGH*

Lathifah Makarim<sup>1\*</sup>, Hasbullah<sup>2</sup>, Cesar Welya Refdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student of Food Technology and Agricultural Product, Faculty of Agricultural Technology, Andalas University, Kampus Limau Manis-Padang, Indonesia 25163

<sup>2</sup>Lecture of Food Technology and Agricultural Product, Faculty of Agricultural Technology, Andalas University, Kampus Limau Manis-Padang, Indonesia 25163

Email: [makarimlathifah@gmail.com](mailto:makarimlathifah@gmail.com)

### ABSTRAK

Penggunaan ragi alami *refreshed starter* pada roti menghasilkan banyak manfaat bagi kesehatan karena mengandung asam laktat. Pengembangan *refreshed starter* dengan perbandingan buah mentimun dan air pada *liquid starter* bertujuan untuk melihat bagaimana perkembangan inokulum pada *starter* dan melihat faktor keberhasilannya terhadap karakteristik fisik dan organoleptik roti *sourdough*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan, yaitu perbandingan antara mentimun dan air dalam *liquid starter* dengan perbandingan 100% : 0%, 80% : 20%, 60% : 40%, 40% : 60%, dan 20% : 80% yang selanjutnya dikembangkan menjadi *refreshed starter* per perlakuan dan ditambahkan pada roti *sourdough* pada masing-masing perlakuan dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anova dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DNMR pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk *starter* berpengaruh nyata terhadap nilai pH, total asam dan ALT, dan tidak berpengaruh nyata terhadap total BAL dan AKK. Untuk produk roti *sourdough* berpengaruh nyata terhadap tingkat pengembangan adonan dan sifat organoleptik warna, dan tidak berpengaruh nyata terhadap derajat pengembangan roti dan sifat organoleptik warna, aroma, dan tekstur. Hasil terbaik adalah produk roti *sourdough* yang dibuat dengan menggunakan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perbandingan mentimun 20% dan air 80%, diperoleh nilai pH 4,33; total asam 2,97%, ALT  $1,3 \times 10^5$  CFU/ml, AKK  $1,2 \times 10^4$  CFU/ml, total BAL  $4,8 \times 10^9$  CFU/ml, derajat pengembangan adonan 155,27%, derajat pengembangan roti 45,80%, dan nilai organoleptik warna 3,64 (suka), aroma 3,80 (suka), tekstur 3,60 (suka) dan rasa 3,68 (suka).

**Kata kunci :** *liquid starter*; *refreshed starter*; dan roti *sourdough*

### ABSTRACT

The use of natural yeast *refreshed starter* in bread produces many health benefits because it contains lactic acid. The development of *refreshed starter* with the ratio of cucumber fruit and water in *liquid starter* aims to see how the development of inoculum in the *starter* and see the success factor on the physical and organoleptic characteristics of *sourdough* bread. This study used a completely randomized design with 5 treatments, namely the ratio between cucumber and water in *liquid starter* by comparison 100% : 0%, 80% : 20%, 60% : 40%, 40% : 60% and 20% : 80%, which was then developed into *refreshed starter* per treatment and added to *sourdough* bread respectively with 3 replications. The results showed that *starter* products had a significant effect on pH value, total acid and ALT, and no significant effect on total LAB and AKK. For *sourdough* bread products, it significantly affects the degree of dough development and color organoleptic properties, and no significant affect the degree of bread development and organoleptic properties of color, aroma, and texture. The best results were *sourdough* bread products made using *refreshed starter* developed from *liquid starter* with a ratio of 20% cucumber and 80% water; obtained a pH value of 4.33, total acid 2.97%, ALT  $1.3 \times 10^5$  CFU/ml, AKK  $1.2 \times 10^4$  CFU/ml, total LAB  $4.8 \times 10^9$  CFU/ml, dough development degree 155.27%, bread development degree 45.80%, and organoleptic value of color 3.64 (like), aroma 3.80 (like), texture 3.60 (like) and taste 3.68 (like).

**Keyword:** *liquid starter*; *refreshed starter*; and *sourdough* bread.

## PENDAHULUAN

Fermentasi merupakan sebuah proses yang mengubah substrat yang diinginkan dengan bantuan mikroba, seperti bakteri, kapang dan khamir. Khamir merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang banyak diteliti, dengan kemampuannya memfermentasi gula (Gadd, 1998). Selama proses fermentasi, khamir akan menjalani tahap adaptasi pada lingkungan baru (fase lag), tahap pembelahan sel yang sangat aktif (fase log), tahap penurunan aktivitas sel (fase stationer), dan fase kematian (Moat *et al.*, 2002).

Salah satu produk yang diteliti pada penelitian ini adalah ragi roti yang menggunakan sel khamir. Menurut Deak dalam Sumantri (2019), ragi terbagi atas dua jenis berdasarkan karakteristiknya, yaitu ragi komersial dan ragi alami (*natural yeast*). Ragi komersial adalah ragi yang umum digunakan pada produk roti. Ragi alami terbagi atas tiga jenis, yaitu *liquid starter* yang difermentasikan dari buah atau sayur dengan penambahan air dan gula, *refreshed starter* yang difermentasikan dari *liquid starter* dan tepung, dan *sourdough starter* yang difermentasikan dari tepung dan air saja (Ko, 2016).

Pada dasarnya ragi alami terdapat dalam semua jenis makanan seperti buah-buahan, sayuran, sereal, herbal dan bunga (Sangjin, 2012). Jika buah atau sayur yang digunakan untuk pembuatan ragi tidak asam, maka perlu ditambahkan air jeruk nipis untuk menurunkan pH. Penambahan gula atau madu juga diperlukan untuk menunjang keberhasilan proses fermentasi. Gula adalah makanan mikroorganisme selama proses fermentasi (Setiati, 2018). Menurut penelitian Ridawati & Alshendra (2016), buah dan sayur yang digunakan sebagai khamir untuk ragi alami adalah buah melon, pepaya, mangga, jambu biji, semangka, kedondong, anggur merah, bengkoang, terong belanda, ciremai, dan mentimun. Salah satu hasil terbaiknya dalam pengaplikasiannya dalam produk roti manis adalah yang menggunakan ragi alami dari buah mentimun.

Selain mudah didapatkan, buah mentimun juga memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Buah mentimun mengandung senyawa antibakteri yang terdapat pada enzim flavonoid, terpenoid dan saponin. Senyawa antibakteri ini akan menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan sehingga buah mentimun cocok menjadi sumber mikroorganisme yang diaplikasikan menjadi starter. Buah mentimun juga mengandung senyawa aromatik yang terdapat pada enzim fenolik serta flavonoid sehingga roti yang ditambahkan dengan ragi alami dari buah mentimun akan menghasilkan aroma serta rasa yang khas.

Pengembangan *refreshed starter* dimulai dari pembuatan *liquid starter*, yaitu mencampurkan potongan buah/sayur dengan air dengan perbandingan 1:1 serta penambahan gula pasir. Kemudian campuran tersebut difermentasikan selama beberapa hari dan diperoleh filtratnya. Setelah itu, filtrat akan dicampurkan dengan tepung dan air selama beberapa hari dalam beberapa tahap. Hasil yang diperoleh merupakan *refreshed starter* yang akan diaplikasikan pada produk roti. Jenis roti yang menggunakan ragi alami disebut dengan roti *sourdough*.

Penelitian terkait roti *sourdough* dengan penambahan ragi alami dari buah mentimun belum ditemukan, namun penelitian mengenai roti manis dengan penambahan ragi alami dari buah mentimun telah ada. Penelitian Setiati (2018) menghasilkan roti manis dengan sifat organoleptik yang baik dan disukai adalah penggunaan *refreshed starter* III dari buah mentimun serta penambahan garam 1,5% dan air es 25%.

Berdasarkan pra penelitian yang telah dilakukan, roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perbandingan mentimun 20% dan air 80% menghasilkan roti dengan aroma roti yang sedikit asam serta daya pengembangan yang lebih bagus dibandingkan roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perbandingan mentimun 100% dan air 0% yang menghasilkan dengan aroma khas roti yang lebih kuat. Buah mentimun merupakan sumber inokulum yang diaplikasikan menjadi *starter*, sedangkan air sebagai media pertumbuhannya. Oleh karena itu perbandingan antara buah mentimun dan air digunakan untuk melihat bagaimana pengembangan inokulum pada *starter* dan dilihat faktor fisik serta organoleptiknya pada roti *sourdough*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Perbandingan Buah Mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan Air dalam Pengembangan Natural Yeast Refreshed Starter dan Aplikasi dalam Bentuk Roti Sourdough”**.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah mentimun yang berumur 30-42 hari setelah ditanam dan berbentuk lonjong memanjang serta berwarna hijau pudar, gula pasir, asam sitrat, tepung terigu protein tinggi (*high flour*), tepung rye, tepung gula, susu bubuk, margarin dan garam himalaya. Sedangkan bahan kimia untuk analisa yang digunakan adalah indikator PP, larutan NaOH, larutan *buffer phosphate*, media PCA, media *Potato Dextrose Agar* dan media MRSA.

### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah wadah, timbangan, pisau, talenan, jar kaca, saringan, oven *baking*, spatula, loyang dan alat-alat analisa yang digunakan adalah statif, buret, erlenmeyer, pipet mikro ukuran 1 ml dan 0,1 ml, pH meter, *vortex*, *laminar flow* dan inkubator.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan. Data yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan uji DNMRT. Perlakuan dalam penelitian adalah:

- 1) Perbandingan mentimun dan air (dinyatakan dalam persen b/v, %) dalam pembuatan *liquid starter*. Perlakuan tersebut adalah: A = mentimun 100%, air 0%; B = mentimun 80%, air 20%; C = mentimun 60%, air 40%; D = mentimun 40%, air 60%; E = mentimun 20%, air 80%
- 2) Jenis *liquid starter* yang dibuat sebelumnya dikembangkan menjadi *refreshed starter*. Perlakuan tersebut adalah: A = *Liquid Starter* A, B = *Liquid Starter* B, C = *Liquid Starter* C, D = *Liquid Starter* D, E = *Liquid Starter* E
- 3) Jenis *refreshed starter* yang dikembangkan sebelumnya ditambahkan pada pembuatan masing-masing roti *sourdough*. Perlakuan tersebut adalah: A = *Refreshed Starter* A, B = *Refreshed Starter* B, C = *Refreshed Starter* C, D = *Refreshed Starter* D, E = *Refreshed Starter* E

## Pelaksanaan Penelitian

### 1. Pengembangan *Liquid Starter*

Pengembangan *Liquid Starter* dilakukan di dalam botol jar ukuran 750 ml. Masing-masing botol ditambahkan campuran irisan buah mentimun, air, gula pasir dan asam sitrat pada masing-masing perlakuan seperti pada Tabel 1. Setelah itu campuran didiamkan selama 48 jam sampai permukaan cairan berbuih dan beraroma asam. Cairan disaring dan filtrat yang diperoleh disebut sebagai *liquid starter* yang akan dikembangkan menjadi *refreshed starter*. Formula bahan untuk pengembangan *liquid starter* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Formula *Liquid Starter*

Komponen Bahan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Buah mentimun (g)	400	320	240	160	80
Air (ml)	0	80	160	240	320
Gula pasir (g)	30	30	30	30	30
Asam sitrat (g)	4	4	4	4	4

Sumber : Setiati (2018) yang dimodifikasi

### 2. Pengembangan *Refreshed Starter*

*Liquid starter* pada masing-masing perlakuan dikembangkan menjadi *refreshed starter* dalam tiga tahap, yaitu:

- Tahap I : *Liquid starter* (150 ml) dicampur dengan terigu protein tinggi (150 g) dan gula pasir (22,5 g) di dalam botol jar, kemudian diaduk sampai rata. Botol ditutup dengan plastik *warp* dan disimpan pada suhu kamar selama 24 jam sampai adonan mengembang dua kali lipat. Hasil yang diperoleh disebut sebagai *refreshed starter* I.
- Tahap II : *Refreshed starter* I (100 g) dicampur dengan terigu protein tinggi (100 g) dan air matang (100 ml) di dalam botol jar, kemudian diaduk sampai rata. Botol ditutup dengan plastik *warp* dan disimpan pada suhu kamar selama 20 jam sampai adonan mengembang dua kali lipat. Hasil yang diperoleh disebut sebagai *refreshed starter* II.
- Tahap III : *Refreshed starter* II (100 g) dicampur dengan terigu protein tinggi (100 g) dan air matang (100 ml) di dalam botol jar, kemudian diaduk sampai rata. Botol ditutup dengan plastik *warp* dan disimpan pada suhu kamar selama 16 jam sampai adonan mengembang dua kali lipat. Hasil yang diperoleh disebut sebagai *refreshed starter* yang merupakan produk akhir dalam pengembangan *starter* untuk pembuatan roti *sourdough*.

### Pembuatan Roti *Sourdough*

Terigu protein tinggi, tepung *rye*, tepung gula dan susu bubuk diaduk kemudian ditambahkan air sampai tercampur rata menjadi adonan dan diamkan  $\pm 120$  menit pada suhu kamar. Setelah itu tambahkan *refreshed starter* A, diaduk rata kemudian diamkan selama 1 jam sampai adonan mengembang. Adonan ditambahkan mentega dan garam, diaduk rata dan diamkan kembali selama 1 jam. Setelah itu, adonan ditarik dan dilipat setiap 60 menit selama 5 jam, lalu dibentuk dan diletakkan di atas wadah yang sudah ditutupi kain. Diamkan kembali adonan selama  $\pm 2$  jam pada suhu kamar.

Adonan dipindahkan keatas loyang yang sudah dialasi *baking paper*, kemudian dipanggang pada suhu 235°C selama 15 menit pertama, lalu dipanggang kembali pada suhu 220°C selama 15 menit sampai roti berwarna kecoklatan. Setelah dingin, roti dipotong dan disimpan pada wadah tertutup. Produk yang dihasilkan disebut Roti *Sourdough* A (huruf A merujuk pada *refreshed starter* A yang digunakan sebagai *starter*). Selanjutnya dibuat roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* B, C, D dan E dengan cara yang sama. Dengan demikian diperoleh 5 macam produk yaitu roti *sourdough* A, B, C, D dan E. Formula roti *sourdough* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Formula Roti *Sourdough* dengan Penambahan *Refreshed Starter*

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	Terigu protein tinggi	75%
2.	Refreshed starter per perlakuan	30%
3.	Tepung rye	25%
4.	Tepung gula	4%
5.	Susu bubuk	4%
6.	Air	80%
7.	Margarin	16%
8.	Garam alami	2,4%

Keterangan : Konsentrasi bahan dihitung berdasarkan persentase total tepung (tepung terigu protein tinggi dan tepung *rye*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Liquid Starter*

Hasil analisis derajat keasaman dan angka kapang/khamir produk *liquid starter* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Derajat Keasaman (pH) dan Angka Kapang/Khamir (AKK) *Liquid Starter*

Perlakuan (Mentimun : Air)	pH (Rata-rata SD)	± AKK (CFU/ml) (Rata-rata ± SD)
A (100% : 0%)	3,14 ± 0,02	6,2 x 10 <sup>4</sup> ± 0,5
B (80% : 20%)	3,09 ± 0,00	5,2 x 10 <sup>4</sup> ± 0,5
C (60% : 40%)	2,98 ± 0,00	5,0 x 10 <sup>4</sup> ± 1,9
D (40% : 60%)	2,83 ± 0,00	3,4 x 10 <sup>4</sup> ± 3,0
E (20% : 80%)	2,71 ± 0,00	1,5 x 10 <sup>4</sup> ± 0,3

Ket : Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT)

Berdasarkan tabel 6, diketahui bahwa pH *liquid starter* berkisar antara 2,71 – 3,14. Berdasarkan data penelitian, semakin rendah perbandingan antar mentimun dan air maka semakin tinggi nilai pH *starter*. Nilai pH pada *liquid starter* tidak sesuai dengan nilai pH optimal pada pembuatan *starter* menurut Ko (2016), dimana pH optimalnya berkisar antara 4,2 - 4,5. Rendahnya nilai pH pada *liquid starter* disebabkan karena penambahan asam berupa asam sitrat serta proses fermentasi. Proses fermentasi mengakibatkan penurunan pH suatu produk, ini dikarenakan terjadinya akumulasi asam yang berasal dari asam laktat.

Angka kapang/khamir pada *liquid starter* berkisar antara  $1,5 \times 10^4 - 6,2 \times 10^4$ . Semakin tinggi perbandingan antara mentimun dan air maka semakin tinggi pula AKK pada *starter*. Hal ini disebabkan pH *starter* yang semakin rendah akan menghasilkan asam laktat yang semakin tinggi. Selama proses fermentasi, BAL akan menghasilkan asam laktat dan senyawa lainnya seperti  $\text{CO}_2$ , etanol dan bahan anti fungi serta anti bakteri. Komponen anti fungi akan menekan pertumbuhan kapang pada *starter*.

Pada *starter*, mikroba yang paling dominan adalah khamir. Sel khamir akan menjalani beberapa fase selama fermentasi, yaitu fase lag, fase log, fase stationer dan fase kematian (Dufour, Karoui, & Bosset, 2003). Berdasarkan penelitian, *starter* dengan perlakuan A memiliki proses fermentasi yang lebih cepat dibandingkan *starter* perlakuan E. Mentimun merupakan sumber inokulum yang diaplikasikan kedalam *starter* dan air sebagai media pertumbuhan inokulum. Sehingga *starter* dengan perlakuan A mengalami fase log yang sangat cepat karena inokulum yang digunakan semakin cepat. *Starter* perlakuan A akan menghasilkan gelembung yang lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan *starter* perlakuan E.

## Refreshed Starter

### 1. Analisis Kimia

Hasil analisis kimia *refreshed starter* pada masing-masing perlakuan yaitu derajat keasaman dan total asam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Kimia *Refreshed Starter*

<i>Refreshed Starter</i>	Analisis Kimia			
	pH		Total Asam (%)	
<i>Liquid starter A</i>	$5,18 \pm 0,06$	a	$1,27 \pm 0,64$	a
<i>Liquid starter B</i>	$5,03 \pm 0,02$	b	$1,56 \pm 0,95$	a b
<i>Liquid starter C</i>	$4,70 \pm 0,17$	c	$1,95 \pm 0,18$	b
<i>Liquid starter D</i>	$4,53 \pm 0,01$	d	$2,78 \pm 0,11$	c
<i>Liquid starter E</i>	$4,33 \pm 0,01$	e	$2,97 \pm 0,09$	c
<b>KK</b>	0,06%		0,14%	

Ket : Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT)

Berdasarkan Tabel 4, pH *refreshed starter* berkisar antara 4,33 dan 5,18; sedangkan total asam berkisar antara 1,27 dan 2,97. Hasil sidik ragam menunjukkan nilai derajat keasaman (pH) dan total asam *refreshed starter* perlakuan yang dikembangkan dari masing-masing perlakuan *liquid starter* berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Menurut Ko (2016), pH yang optimal digunakan dalam pembuatan *starter* berada diantara 4,2 - 4,5. Nilai pH pada *liquid starter* semakin menurun seiring dengan perbandingan antara mentimun dan air, hal ini dikarenakan pH pada *liquid starter* juga menurun. Selain itu, buah mentimun termasuk makanan yang bersifat basa. Djaafar & Rahayu (2006), menjelaskan

bahwa penurunan nilai pH disebabkan oleh BAL yang menghasilkan asam laktat selama proses fermentasi, semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan maka nilai pH akan semakin rendah.

Total asam suatu produk berbanding terbalik dengan pH. Semakin rendah nilai pH maka total asam *refreshed starter* akan semakin tinggi. Menurut Kumalasari, Legowo, & Al-Baari (2013), semakin tinggi nilai total asam suatu produk, maka akan semakin rendah pH suatu produk atau semakin asam suatu produk. Pada proses fermentasi, BAL akan menghasilkan asam laktat, dimana semakin tinggi asam laktat maka semakin tinggi nilai total asam tertitiasi.

## 2. Analisis Mikrobiologi

Hasil analisis mikrobiologi *refreshed starter* pada masing-masing perlakuan yaitu total bakteri asam laktat, angka lempeng total dan angka kapang/khamir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Mikrobiologi *Refreshed Starter*

Perlakuan	Analisis Mikrobiologi					
	BAL (CFU/ml)		ALT (CFU/ml)		AKK (CFU/ml)	
<i>Liquid starter A</i>	2,3 x 10 <sup>9*</sup> ± 0,2	a	7,9 x 10 <sup>5</sup> ± 0,2	a	5,7 x 10 <sup>4</sup> ± 2,4	a
<i>Liquid starter B</i>	2,3 x 10 <sup>9*</sup> ± 1,3	a	6,8 x 10 <sup>5</sup> ± 1,5	a	4,1 x 10 <sup>4</sup> ± 0,3	a
<i>Liquid starter C</i>	3,2 x 10 <sup>9</sup> ± 0,3	a	5,8 x 10 <sup>5</sup> ± 2,7	b	1,8 x 10 <sup>4</sup> ± 5,0	a
<i>Liquid starter D</i>	3,7 x 10 <sup>9</sup> ± 4,6	a	2,3 x 10 <sup>5</sup> ± 1,5	b	1,7 x 10 <sup>4</sup> ± 0,3	a
<i>Liquid starter E</i>	4,8 x 10 <sup>9</sup> ± 1,8	a	1,3 x 10 <sup>5</sup> ± 0,1	b	1,2 x 10 <sup>4</sup> ± 0,1	a
<b>KK</b>	0,71%		0,29%		0,84%	

Ket : Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% *Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)*

(\*) diluar koloni 30-300

Berdasarkan Tabel 5, total BAL pada *refreshed starter* berkisar antara 3,2 x 10<sup>9</sup> dan 4,8 x 10<sup>9</sup>, ALT berkisar antara 1,3 x 10<sup>5</sup> dan 7,9 x 10<sup>5</sup>, dan AKK berkisar antara 1,2 x 10<sup>4</sup> dan 5,7 x 10<sup>4</sup>. Hasil sidik ragam menunjukkan total BAL dan AKK *refreshed starter* dengan perlakuan yang dikembangkan dari masing-masing perlakuan *liquid starter* berbeda tidak nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Sedangkan hasil sidik ragam menunjukkan angka lempeng total (ALT) *refreshed starter* dengan perlakuan yang dikembangkan dari masing-masing *liquid starter* berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Nilai total BAL sebanding dengan nilai TAT, dimana semakin tinggi total asam suatu produk maka semakin tinggi total BAL. Nilai total asam tertinggi terdapat pada perlakuan E yaitu sebesar 2,97%. Pada data penelitian menunjukkan bahwa total BAL pada seluruh perlakuan mencapai 10<sup>9</sup> CFU/ml. Vuyst & Neysens (2005) menjelaskan bahwa adonan yang difermentasi dengan asam maka densitas sel biasanya melebihi 10<sup>8</sup> CFU/ml. Adapun *refreshed starter* pada perlakuan A dan B jumlah koloninya dibawah 30. Hal ini disebabkan

karena beberapa hal, salah satu faktornya yaitu pengenceran yang terlalu tinggi sehingga dihasilkan jumlah koloni dibawah 30. Faktor lainnya adalah kesalahan peneliti dalam melakukan pengujian, yaitu menuangkan media yang terlalu panas sehingga beberapa koloni yang sudah dituangkan sebelumnya pada cawan mati.

Semakin rendah perlakuan maka ALT pada *refreshed starter* akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan BAL yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Ariyani & Devi (2021), penggunaan ragi alami bisa menekan pertumbuhan mikroorganisme perusak utama pada roti. Bakteri asam laktat akan menghasilkan senyawa yang bersifat antibakteri dan antijamur yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Selain itu, derajat keasaman juga dapat meningkatkan kualitas mikrobiologis dan memperpanjang masa simpan roti.

Semakin tinggi perlakuan pada *refreshed starter* maka AKK akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan BAL yang dihasilkan semakin rendah. BAL heterofermentatif akan menghasilkan asam laktat dan senyawa lain seperti CO<sub>2</sub>, etanol, asetaldehid, diasetil dan bahan anti fungi dan anti bakteri selama proses fermentasi. Komponen anti fungi akan menekan pertumbuhan kapang pada *starter* (Corsetti & Young, 2007).

Pada penelitian, mentimun merupakan sumber inokulum yang diaplikasikan kedalam *starter* dan gula pasir sebagai substratnya. Jumlah substrat yang ditambahkan pada setiap perlakuan adalah sama. Sehingga, jika semakin tinggi perbandingan antara buah mentimun dan air pada *liquid starter* yang dikembangkan menjadi *refreshed starter*, artinya semakin banyak buah mentimun yang digunakan maka jumlah inokulumnya akan semakin banyak. Hal ini menyebabkan *refreshed starter* dengan perbandingan pada *liquid starter* paling tinggi akan mengalami fase log yang sangat cepat karena jumlah inokulumnya sangat banyak, akan tetapi akan cepat juga mengalami fase stationer karena pada saat proses fermentasinya kekurangan jumlah substrat. Oleh karena itu *refreshed starter* dengan perbandingan mentimun dan air pada *liquid starter* yang tinggi akan cepat mengalami fase kematian dan mengalami penurunan pengembangan adonan pada *refreshed starter*.

## Roti Sourdough

### 1. Analisis Fisik

Hasil analisis fisik roti *sourodugh* pada masing-masing perlakuan yaitu derajat pengembangan adonan dan derajat pengembangan roti dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Fisik Roti *Sourdough*

Perlakuan	Analisis Fisik			
	Derajat Pengembangan Adonan (%)		Derajat Pengembangan Roti (%)	
Refreshed starter A	30,43 ± 9,59	a	19,90 ± 9,05	a
Refreshed starter B	39,17 ± 16,38	a b	28,57 ± 34,29	a
Refreshed starter C	75,03 ± 11,24	a b	29,83 ± 30,23	a
Refreshed starter D	93,38 ± 15,56	b	40,57 ± 14,04	a
Refreshed starter E	155,27 ± 58,66	c	45,80 ± 19,09	a
KK	0,37%		0,71%	

Ket : Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% *Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)*

Berdasarkan Tabel 6, derajat pengembangan adonan roti *sourdough* berkisar antara 30,43% dan 155,27%, sedangkan derajat pengembangan roti berkisar antara 19,90% dan 45,80%. Hasil sidik ragam menunjukkan derajat pengembangan adonan roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* per perlakuan berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Sedangkan hasil sidik ragam menunjukkan derajat pengembangan roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* per perlakuan berbeda tidak nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Terdapat dua jenis BAL berdasarkan metabolismenya. BAL homofermentatif akan mengubah glukosa menjadi asam laktat. Sedangkan BAL heterofermentatif akan melakukan fermentasi pada *starter* dan memecah glukosa menjadi asam laktat dan senyawa lain yaitu CO<sub>2</sub>, etanol, aldehid, diasetil dan senyawa lainnya. Gas CO<sub>2</sub> akan membentuk gelembung yang terperangkap oleh gluten sehingga adonan akan mengembang (Sopandi & Wardah, 2014). Oleh sebab itu, semakin tinggi jumlah bakteri asam laktat yang terdapat pada *starter* maka jumlah CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan semakin meningkat sehingga kemampuan pengembangan adonan akan semakin tinggi.

Berdasarkan data penelitian, semakin rendah perlakuan pada *refreshed starter* yang ditambahkan pada roti *sourdough*, maka semakin tinggi derajat pengembangan roti *sourdough*. Hal ini dikarenakan derajat pengembangan roti sebanding dengan jumlah bakteri asam laktat. Jumlah bakteri asam laktat pada *refreshed starter* semakin tinggi seiring dengan perlakuan *liquid starter* yang dikembangkan menjadi *refreshed starter*. Semakin tinggi jumlah bakteri asam laktat maka semakin tinggi kemampuan pengembangan sebuah roti, karena gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan semakin tinggi juga.

## 2. Analisis Organoleptik

Hasil analisis organoleptik roti *sourdough* pada masing-masing perlakuan meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Organoleptik Roti *Sourdough*

Perlakuan	Analisis Organoleptik							
	Warna		Aroma		Tekstur		Rasa	
Refreshed starter A	3,60 ± 0,76	a	3,80 ± 0,82	a	3,64 ± 0,70	a	3,28 ± 0,94	a
Refreshed starter B	3,72 ± 0,79	a	3,48 ± 0,82	a	3,44 ± 1,04	a	2,72 ± 0,89	b
Refreshed starter C	3,64 ± 0,86	a	3,68 ± 0,69	a	3,48 ± 0,82	a	3,48 ± 0,65	b
Refreshed starter D	3,84 ± 0,75	a	3,88 ± 0,72	a	3,56 ± 0,65	a	3,52 ± 0,65	b
Refreshed starter E	3,64 ± 0,95	a	3,80 ± 0,91	a	3,60 ± 1,08	a	3,68 ± 0,98	b
KK	0,22%		0,21%		0,25%		0,25%	

Ket : 1,00 = sangat tidak suka, 2,00 = tidak suka, 3,00 = biasa, 4,00 = suka, 5,00 = sangat suka

Berdasarkan Tabel 7, nilai organoleptik meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa pada roti *sourdough* berada pada taraf suka. Hasil sidik ragam menunjukkan organoleptik warna, aroma dan tekstur roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* per perlakuan berbeda tidak nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Sedangkan hasil sidik ragam menunjukkan organoleptik warna, aroma dan tekstur roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* per perlakuan berbeda tidak nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

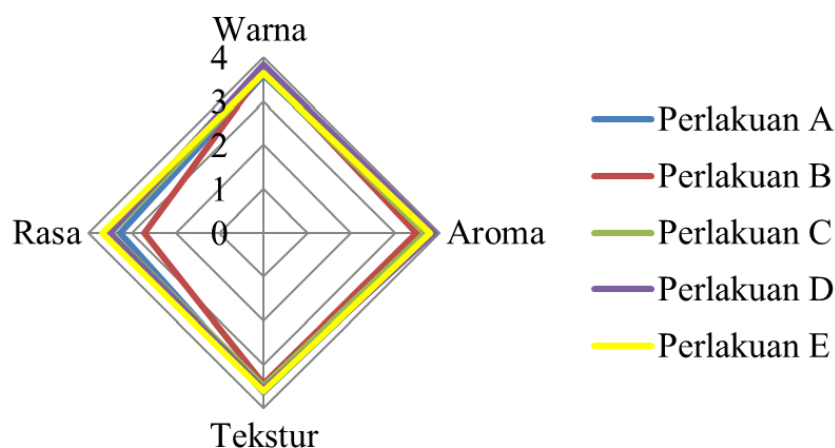
Warna pada roti *sourdough* dipengaruhi oleh terigu protein tinggi dan tepung *rye*. Terigu protein tinggi dan tepung *rye* memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga menghasilkan senyawa melanoidin berwarna coklat pada reaksi maillard meskipun suhu dan waktu pemanggangannya sama (Catrien, Surya, & Ertanto, 2008).

Aroma pada roti *sourdough* dipengaruhi oleh senyawa aromatik yang terkandung didalam mentimun. Selain itu aroma juga dipengaruhi oleh asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi *refreshed starter*. Asam laktat akan menurunkan pH dan mengubah aroma roti menjadi sedikit asam.

Tekstur yang dihasilkan pada roti *sourdough* dipengaruhi oleh substitusi tepung *rye*. Menurut Wulandari & Lembong (2017), tepung *rye* merupakan tepung bebas gluten sehingga menyebabkan menurunnya kelembutan pada roti. Tekstur juga dipengaruhi oleh BAL, BAL akan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan terperangkap pada adonan sehingga adonan mengembang dan meningkatkan kelembutan pada roti.

Rasa pada roti *sourdough* dipengaruhi oleh asam laktat yang dihasilkan dari *refreshed starter*. BAL menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan nilai pH dan meningkatkan keasaman pada roti, sehingga mengubah rasa roti menjadi sedikit asam.

Penentuan produk yang disukai panelis dapat diketahui melalui radar uji organoleptik. Radar uji organoleptik nilai rata-rata penerimaan panelis terhadap warna, aroma, tekstur dan rasa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Radar Analisa Organoleptik

Berdasarkan grafik radar organoleptik dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan E (*refreshed starter* E) dengan nilai rata-rata organoleptik yaitu warna 3,64 (suka), aroma 3,80 (suka), tekstur 3,60 (suka) dan rasa 3,68 (suka). Secara keseluruhan nilai organoleptik roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* antar perlakuan

dapat diterima oleh panelis baik dari segi warna, aroma, rasa dan tekstur roti *sourdough* yang dihasilkan pada semua tingkat perlakuan dari *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perlakuan perbandingan antara buah mentimun dan air.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perbandingan buah mentimun dan air dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, pengembangan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perlakuan perbandingan antara buah mentimun dan air berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$  terhadap total asam tertitrasi, derajat keasaman (pH) dan angka lempeng total (ALT), dan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$  terhadap total bakteri asam laktat (BAL) dan angka kapang/khamir (AKK). Selanjutnya pada penambahan *refreshed starter* per perlakuan yang ditambahkan pada roti *sourdough* berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$  terhadap derajat pengembangan adonan dan uji organoleptik (rasa), dan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$  terhadap derajat pengembangan roti dan uji organoleptik (warna, aroma dan tekstur).

Roti *sourdough* dengan perlakuan E (*refreshed starter* E) merupakan produk terbaik dari segi organoleptik yang merupakan pilihan panelis sebagai produk yang disukai. Hasil pengujian terhadap perlakuan E diperoleh rata-rata nilai total asam tertitrasi 2,97%, derajat keasaman (pH) 4,33; angka lempeng total (ALT)  $1,3 \times 10^5$  CFU/ml, angka kapang/khamir (AKK)  $1,2 \times 10^4$  CFU/ml, total bakteri asam laktat (BAL)  $4,8 \times 10^9$  CFU/ml, derajat pengembangan adonan 155,27%, derajat pengembangan roti 45,80%, dan uji organoleptik terhadap warna 3,64 (suka), aroma 3,80 (suka), tekstur 3,60 (suka) dan rasa 3,68 (suka).

Penelitian ini hanya berfokus pada produk pengembangan *starter* dan produk roti hanya sebagai bentuk aplikasinya. Oleh karena itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti mengenai kandungan gizi pada roti *sourdough* dengan penambahan *refreshed starter* yang dikembangkan dari *liquid starter* dengan perbandingan buah mentimun dan air. Selain itu, dapat dilakukan uji coba lanjutan dalam pembuatan roti *sourdough* dengan *natural yeast* yang dibuat dari fermentasi buah atau sayuran lokal lainnya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Hasbullah, MS dan Ibu Cesar Welya Refdi, S.TP, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan dan juga bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan *full paper*. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua, keluarga dan dosen, sahabat, dan kepada teman-teman penulis semua yang telah ikut membantu dalam memberi masukan serta dukungan dalam penyelesaian *full paper* ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, & Devi, M. 2021. Penambahan Bakteri Asam Laktat untuk Meningkatkan Kualitas, Keamanan dan Daya Simpan Roti. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 2(1) : 1-7.
- Catrien, Y., Surya, S., & Ertanto, T. 2008. *Reaksi Maillard pada Produk Pangan*. [Penulisan Ilmiah. Program Kreativitas Mahasiswa]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Corsetti, A., & Young, L. 2007. Lactobacilli in Sourdough Fermentation. *Food Research International*, 40 : 539-558.

- Deak, T. 2003. Yeasts. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 6233-6239.
- Djaafar, T., & Rahayu, E. 2006. Karakteristik Yoghurt dengan Inokulum *Lactobacillus* yang Diisolasi dari Makanan Fermentasi Tradisional. *Agros*, 8(1) : 73-80.
- Dufour, E., Karoui, R., & Bosset, J. 2003. Geographic Traceability of L Etivaz PDO and Gruyere PDO Cheeses Using Their Intrinsic Front Face Fluorescence. *Mitt Lebensm. Hyg*, 94 : 379-393.
- Gadd, G. 1998. Carbon Nutrition and Metabolism. In D. Berry, *Physiology of Industrial Fungi*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Ko, S. 2016. *Jayeon Bread : A Step-by-Step Guide to Making No-Knead Bread with Natural Starter*. Singapore: Marshall Cavendish Cuisine.
- Kumalasari, K., Legowo, A., & Al-Baari, A. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Laktosa, pH, Keasaman, Kesukaan Drink Yoghurt dengan Penambahan Ekstrak Buah Kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(4).
- Moat, A., Foster, J., & Spector, M. 2002. *Microbiology Physiology*. Amsterdam: Elviesier Science B.V.
- Ridawati, & Alsuhendra. 2016. *Karakteristik Sensori Roti Manis dengan Menggunakan Khamir dari Ekstrak Buah dan Sayur Lokal Indonesia*. . Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Sangjin, K. 2012. *Rahasia Membuat Roti Sehat dan Lezat dengan Ragi Alami*. IndonesiaTera.
- Setiati, D. T. 2018. *Pengaruh Penggunaan Ragi Alami Ekstrak Buah Mentimun (Cucumis sativus L.) pada Pembuatan Roti Manis Terhadap Kualitas dan Daya Terima Konsumen*. [Skripsi]. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Setiyono, L. 2011. *Pemanfaatan Biji Kurma (Phoenix dactylifera L.) sebagai tepung dan analisis perubahan mutunya selama penyimpanan*. Bogor: Institut Teknologi Bogor.
- Sopandi, T., & Wardah. 2014. *Mikrobiologi Pangan (Teori dan Pratikum)*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Sumantri, R. 2019. *Penggunaan Air Fermentasi Wortel sebagai Ragi Alami Refreshed Starter dalam Pembuatan Donat*. [Tugas Akhir Program Diploma III]. Bandung: Program Studi Manajemen Patiseri. Sekolah Tinggi Pariwisata.
- Vuyst, L., & Neysens, P. 2005. The Sourdough Microflora: Biodiversity and Metabolic Interaction. *Trends in Food Science & Technology*, 16 : 43-56.
- Winarno, F. 2008. *Ilmu Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, E., & Lembong, E. 2017. Karakteristik Roti Komposit Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas L.*) dengan Penambahan Amilosa Glukoamilase. *Jurnal Penelitian Pangan*, 1(1) : 1-6.

## **PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG TERIGU DENGAN TEPUNG JAWAWUT (*Setaria italica*, L. P. Beauv) TERHADAP KARAKTERISTIK DONAT**

**Wuri Marsigit<sup>1</sup>, Nur Indah Sari<sup>1</sup>, Helmiyetti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu,  
Jl. WR Supratman 38371 Bengkulu

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Bengkulu  
Jl. WR Supratman 38371 Bengkulu

\*Email : [wuri\\_marsigit@unib.ac.id](mailto:wuri_marsigit@unib.ac.id)

### **ABSTRAK**

Jawawut (*Setaria italica*, L. P. Beauv) merupakan jenis tanaman semusim seperti rumput-rumputan menghasilkan biji-bijian yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik donat. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal. Setiap proporsi dilakukan 3 kali pengulangan sehingga jumlah total unit percobaan sebanyak 15 unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap daya kembang donat, namun berpengaruh tidak nyata pada kadar air. Kadar air terendah yaitu 17,5 % dan daya kembang tertinggi dengan nilai 71,39% (substitusi tepung jawawut 60%). Warna donat yang paling cerah terdapat pada substitusi tepung jawawut 0% dengan nilai 7,5 YR 7/10 sedangkan warna paling gelap dengan nilai 7,5 YR 5/8 substitusi 60 %. Substitusi tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap kadar abu, protein dan lemak, namun berpengaruh nyata terhadap karbohidrat donat. Donat dengan kandungan kadar abu, protein, lemak tertinggi pada substitusi 70%). Hasil uji organoleptik substitusi tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap aroma, tekstur, namun tidak berpengaruh terhadap warna donat tertinggi pada substitusi tepung jawawut 30 % yaitu 3,88, 3,76, 3,54, 3,28 dan 3,64 .

**Kata kunci:** Donat ; jawawut; karakteristik; substitusi; tepung

### **ABSTRACT**

Millet (*Setaria italica*, L. P. Beauv) is a annual plant such as grass produced seeds which are commonly used as food. This study aims was to determine the effect of substitution of wheat flour with millet flour on the physical, chemical, and organoleptic properties of donuts. The research design used a completely randomized design (CRD) with a single factor. Each treatment was repeated 3 times so that the total number of experimental units was 15 units. Substitution of millet flour had a significant effect on swelling, but had no significant effect on water content. The highest swelling was 71.39 % (substitution 70 %). The brightest color of the donuts was found in the treatment (substitution 60%) with a value of 7.5 YR 7/10, while the darkest color with a value of 7.5 YR 5/8 in the treatment (substitution 60 %). Substitution of millet flour had a significant effect on ash, protein and fat content, but had no significant effect on carbohydrates content. Donuts with the highest content of ash, protein, fat (substitution 60%). The results showed that the substitution millet flour had a significant effect on the organoleptic properties of aroma, texture, taste and over all, but had no significant effect on the organoleptic properties of color. The highest organoleptic color, aroma, texture donuts at 30 % millet substitution were 3.88, 3.76, 3.54, 3.28 and 3.64.

**Keywords:** Characteristics; donuts; flour; millets; substitution

## PENDAHULUAN

Jawawut (*Setaria italica*, L. P. Beauv) kaya akan karbohidrat dan protein (Puspawati, 2009) sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor gandum. Jawawut juga mengandung vitamin (niacin, riboflavin, dan folacin) mineral (kalsium, fosfor, dan besi) (FAO, 2005), antioksidan (senyawa fenolik) yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas (Sugito, dkk, 2011) dan serat pangan beta-glukan yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai antikolesterol dan antidiabetes (Salimi dkk, 2011). Jawawut mengandung gluten sekitar 1,06%. Gluten dapat bermanfaat sebagai pengembang dalam pembuatan roti (Arif, 2019). Beras jawawut dan malai banyak dijual di pasar tradisional (Miswarti dkk, 2019). Penyebaran tanaman jawawut cukup luas hingga ke beberapa negara, termasuk Indonesia. Jawawut ditemukan tersebar di seluruh kabupaten di Provinsi Bengkulu (Miswarti dkk, 2015). Di Provinsi Bengkulu jawawut banyak ditemukan di lahan kering yang ditanam bersama-sama padi ladang yaitu ditemukan 7 kabupaten, yaitu (Kabupaten Seluma, Kabupaten Bengkulu Selatan, Kabupaten Kaur, Kabupaten Bengkulu Tengah, Kabupaten Kepahiang, Kabupaten Rejang Lebong dan Kabupaten Bengkulu Utara). Tanaman ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan tanaman sereal lain karena dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah termasuk tanah kurang subur, tahan kekeringan tetapi tidak menyukai lahan yang tergenang air, mudah dibudidayakan (Miswarti dkk, 2019).

Di Provinsi Bengkulu jawawut diolah menjadi beragam makanan tradisional seperti bubur, dodol, kue kering, dan wajik (Miswarti dkk., 2019). Di beberapa negara jawawut atau sekoi juga dapat diolah menjadi roti, flakes, cookies dan makaroni (Hidayanti, 2012; Pakhri, dkk., 2011 dan Firiani dkk, 2013). Mengingat potensi jawawut dari aspek budidaya, potensi sebagai pangan lokal Bengkulu, mengurangi ketergantungan impor gandum, kandungan gizi, bioaktif maka potensial untuk dikembangkan menjadi diversifikasi produk olahan berbasis jawawut untuk dikomersialkan. Salah satu produk olahan berpotensi untuk dikembangkan adalah donat. Donat merupakan makanan cemilan yang biasa digemari mulai dari anak-anak, dewasa dan orang tua (Munawwarah, 2017). Perkembangan produk donat yang beredar dipasaran dengan berbagai merek, menunjukkan peningkatan sejalan dengan kebutuhan konsumen (Asyari dkk., 2016).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut dalam pembuatan roti manis 10 - 60 % (Arif, dkk., 2019), flake dengan substitusi 25 - 75 % (Malinda dkk, 2013), kue kasippiq dengan substitusi 30 - 70 % (Hijrianti dan Widodo) menunjukkan mutu fisik, kimia dan organoleptik cukup baik. Belum ada penelitian tentang substitusi tepung terigu dengan jawawut dalam pembuatan donat, namun sudah ada penelitian substitusi menggunakan tepung tepung mocaf 30 dan 50 % (Nurfadillah dan Widodo, 2015) tepung bekatul 20 %, 30 % dan 40 % (Anggraini dan Kristiastuti, 2015), tepung ubi jalar ungu 30-60 % (Holuuke, dkk., 2019) dan tepung jawawut 15-60 % (Permatasari, 2020) menunjukkan hasil karakteristik fisik, kimia dan organoleptik cukup baik.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dikaji pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut terhadap mutu fisik, kimia, dan daya organoleptik donat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh substitusi tepung jawawut terhadap mutu fisik, kimia dan organoleptik donat.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah tepung jawawut, tepung segitiga biru, gula pasir, garam, ragi, kuning telur, mentega, susu bubuk, fermipan, dan minyak goreng. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa berupa KI 5%, NaOH 2,5%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, indikator MMB, HCl 0,02N, n-heksana dan aquades.

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, nampan, wadah pengovenan, pisau, telenan, kertas label, sendok, kompor, panci, kuili dan alat-alat untuk analisis nilai gizi donat yang terdiri dari cawan aluminium, oven, cawan porselen, tanur, jangka sorong, desikator, labu kjedahl, kertas saring, *soxhlet*, labu lemak, erlenmeyer, gelas ukur, kamera, ayakan, buku *munsell color* dan alat tulis.

### Pembuatan Donat

Pembuatan donat, yang pertama jawawut di timbang, mencampurkan tepung jawawut, kuning telur dan gula halus, lalu menuangkan air, diulen hingga tercampur rata, mencampurkan farmipan, vanili, garam dan mentega. Adonan yang telah tercampur rata ditutupi dengan kain bersih, didiamkan selama 20 menit, setelah selesai adonan dicetak seperti bola dengan bolongan ditengahnya, kemudian didiamkan lagi selama 20 menit. Setelah proses pencetakan adonan donat siap untuk digoreng, satu bagian donat di balik hingga menguning, selanjutnya di balik hingga semua bagian berwarna kuning keemasan.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu perbandingan tepung terigu dengan jawawut. Perlakuan yang digunakan terdiri dari 5 taraf dan 3 kali pengulangan sehingga didapatkan 15 unit percobaan.

T<sub>1</sub> = 100 % tepung terigu : 0 % tepung jawawut

T<sub>2</sub> = 70 % tepung terigu : 30 % tepung jawawut

T<sub>3</sub> = 60 % tepung terigu : 40 % tepung jawawut

T<sub>4</sub> = 50 % tepung terigu : 50 % tepung jawawut

T<sub>5</sub> = 40 % tepung terigu : 60 % tepung jawawut

### Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi uji fisik meliputi daya kembang, teksur, kadar air dan warna. Uji kimia yaitu kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan karbohidrat. Uji organoleptik meliputi aroma, rasa, tekstur, warna.

### Karakteristik Fisik

#### *Daya kembang*

Derajat pengembangan donat diukur berdasarkan pengembangan volume adonan donat yang telah dibuat bulatan, yang dihitung dengan membandingkan volume sebelum penggorengan dengan volume sesudah penggorengan. Adonan diukur tebal dan diameternya (cm) dengan menggunakan jangka sorong (Hidayati, 2013). Diameter donat diukur dengan

mengukur diameter keseluruhan dikurangi diameter bagian yang bolong pada 3 titik yang berbeda. Diameter yang diperoleh dibagi dua, sehingga diperoleh jari-jari donat. Ketebalan donat diperoleh dengan memotong melintang donat dan diukur tebalnya pada titik yang berbeda. Volume donat diperoleh dengan rumus  $V = \pi \cdot r^2 \cdot t$ , dimana  $\pi = 3,14$ ,  $r$  = jari jari donat (cm), dan  $t$  = tebal donat (cm). Hasil Pengukuran donat awal ( $V_1$ ) menggunakan cetakan dengan 3 kali pengukuran, setelah digoreng volume donat ( $V_2$ ) diukur dengan 3 kali pengukuran (Permatasari, 2020).

Rumus dari derajat pengembangan adonan:

$$\% \text{ Derajat Pengembangan} = \frac{\text{volume akhir} - \text{volume awal}}{\text{volume awal}} \times 100$$

### **Warna**

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan aplikasi *munsell color chart for plant tissues* yaitu dengan membandingkan warna sampel dengan warna pada *Munsell color chart for plant tissues*. Angka-angka yang tertera pada *Munsell color chart* adalah spektrum tiga variabel, yaitu : *hue, value, chroma*. *Hue* merupakan warna spektrum (merah, hijau, atau kuning) dengan panjang gelombangnya. *Value* menunjukkan gelap terangnya suatu warna. *Chroma* adalah kemurnian dari derajat pembeda adanya perubahan intensitas warna (Priandana dkk., 2014)

### **Kadar Air**

Cawan kosong di oven, dinginkan, kemudian ditimbang. Bahan  $\pm 2$  g ditimbang dalam cawan kosong kemudian cawan diletakan dalam oven bersuhu  $105^{\circ}$  C selama 5 jam. Kadar air diperoleh melalui perhitungan secara *dry* basis berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(\text{Berat Bahan} + \text{berat cawan kosong}) - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Bahan}} \times 100$$

(Sudarmadji dkk., 1997)

### **Karakteristik Kimia**

#### **Kadar Abu**

Abu dalam bahan pangan ditetapkan dengan menimbang sisa material hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar  $550^{\circ}$  C. Tahapan pengujian kadar abu yaitu cawan porselen ditimbang, kemudian ditambahkan sebanyak 2 g sampel dalam cawan tersebut, kemudian diletakkan dalam tanur pada suhu  $550^{\circ}$  C selama 5 jam, dibakar sampai mendapatkan abu berwarna abu-abu atau sampel berat tetap. Hasil abu pembakaran didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang.

Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu (g)}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

(Sudarmadji dkk., 1997)

### ***Kadar Protein***

Sebanyak 2 g contoh ditimbang lalu dimasukkan ke dalam labu kjedahl, tambahkan 10 g selen dan 30 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat teknis. Kemudian didekstruksikan hingga larutan menjadi hijau jernih. Setelah didinginkan, diencerkan dengan air suling 250 ml dan dipindahkan ke dalam labu didih 500 ml serta ditambahkan beberapa butir batu didih dan tambahkan 120 ml NaOH 30 % dan hubungkan dengan alat penyuling. Sulingkan hingga 2/3 dari cairan tersulingkan. Hasil sulingan/ destilat ditampung dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,25 N berlebihan. Titar kelebihan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan NaOH 0,5 N (a ml) dengan menggunakan indikator metil merah/ metil biru. Blanko dikerjakan di atas (b ml) (Sudarmadji dkk., 1997).

### ***Kadar Lemak***

Labu lemak dikeringkan dalam oven pada 110°C, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Sampel dalam bentuk tepung ditimbang sebanyak 3 g dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam alat ekstraksi (*soxhlet*) yang telah berisi pelarut dietil eter. *Refluks* dilakukan selama 5 jam dan pelarut yang ada di dalam labu lemak didestilasi. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang (Sudarmadji dkk., 2007).

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{\text{Berat lemak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

### **Karakteristik Organoleptik**

Uji organoleptik warna, aroma, tekstur, rasa dengan skala tingkat kesukaan 1-5 dilakukan dengan uji hedonik. Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 25 panelis.

### **Analisis Data**

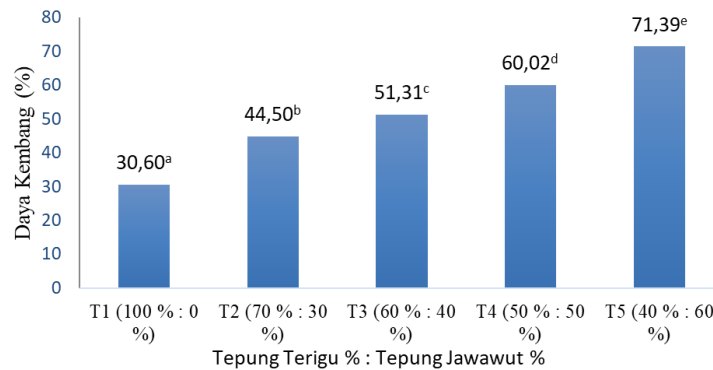
Data pengamatan analisis fisik, kimia dan uji organoleptik dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) SPSS 23 dengan taraf  $\alpha = 5\%$ . Selanjutnya hasil yang menunjukkan adanya pengaruh nyata akan dianalisis menggunakan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Fisik**

#### ***Daya Kembang***

Hasil penelitian menunjukkan produk donat dengan penambahan tepung jawawut menunjukkan rentang nilai antara 30,56-71,39%. Daya kembang donat meningkat seiring dengan banyaknya substitusi tepung jawawut yang digunakan. Garfikdaya kembang donat berbagai persentase substitusi tepung jawawut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Daya Kembang Donat Sebagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Daya kembang donat merupakan kemampuan donat mengalami pertambahan ukuran sebelum dan sesudah digoreng. Daya kembang donat semakin tinggi seiring dengan bertambahnya tepung jawawut. Hasil pengukuran daya kembang volume donat tertinggi terdapat pada perlakuan 60% tepung jawawut dengan nilai 71,39 %, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan 0% tepung jawawut dengan nilai 30,56%. Hasil ANOVA daya kembang donat menunjukkan bahwa penambahan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap daya kembang donat dengan taraf signifikan  $0,02 < 0,05$ . Semua sampel berbeda nyata dengan kelima sampel lainnya.






Arif (2019) menyatakan bahwa dari hasil penelitian di dalam jawawut terdapat 1,06 % gluten. Tingkat pengembangan volume pada donat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah gluten yang ada pada donat karena gluten memiliki daya serap air yang rendah sehingga akan menghasilkan adonan yang sukar diuleni, tidak elastis dan daya pengembangannya rendah, sebaliknya jika gluten tinggi maka pengembangannya meningkat (Mardiati, 2017). Semakin banyak penggunaan tepung jawawut maka semakin tinggi tingkat pengembangannya, begitu juga sebaliknya semakin sedikit jumlah tepung jawawut maka semakin rendah tingkat pengembangannya. Gluten berfungsi untuk mempertahankan gas untuk mendapatkan volume dan tekstur yang diinginkan dalam sistem adonan. Semakin banyak penggunaan tepung jawawut maka semakin tinggi tingkat pengembangannya karena jumlah gluten yang terdapat pada donat semakin banyak, begitu juga sebaliknya semakin sedikit jumlah tepung jawawut maka semakin tinggi tingkat pengembangannya (Arif, 2019).

### Warna

Warna adalah salah satu komponen penting dalam menentukan kualitas atau parameter penerimaan suatu bahan. Warna yang kurang sedap saat dilihat atau warna yang dihasilkan suatu bahan memberikan kesan menyimpang dari warna yang seharusnya akan menurunkan derajat penerimaan suatu bahan. Penentuan mutu paling awal suatu bahan pada umumnya tergantung pada warna, hal ini dikarenakan warna tampil lebih dahulu dibanding mutu yang lainnya (Winarno, 2004).

Warna donat diuji dengan menggunakan aplikasi *Munsell color chart*. Nilai *value* menunjukkan gelap terangnya warna suatu bahan yang apabila *value* yang diperoleh semakin kecil, maka warna yang didapat semakin gelap. Sedangkan *chroma* menunjukkan intensitas warna apabila semakin tinggi angka, maka warna semakin cerah (Priandana dkk, 2014). Warna donat dengan berbagai persentase substitusi tepung jawawut dilihat pada Tabel 1.

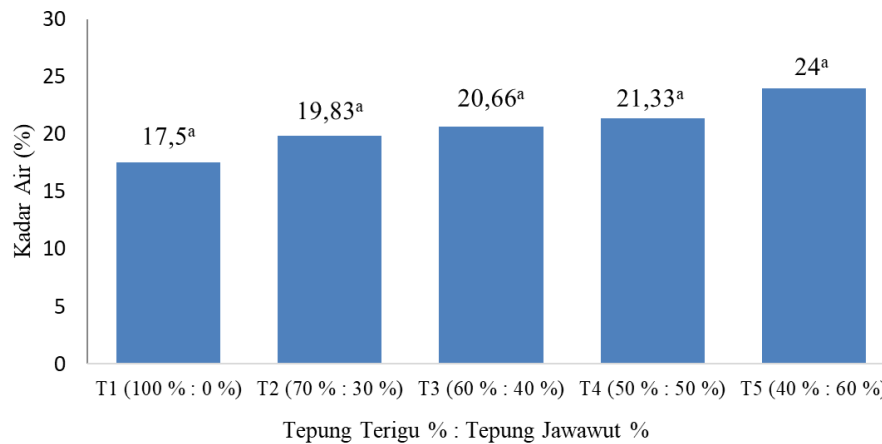
Tabel 1. Warna dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Proporsi	Hue	Notasi Munsell	Gambar
Tepung Terigu 100% : Tepung Jawawut0%	7,5 YR	7,5 YR 7/10	
Tepung Terigu 70% : Tepung Jawawut30%	7,5 YR	7,5 YR 6/10	
Tepung Terigu 60% : Tepung Jawawut40%	7,5 YR	7,5 YR 6/8	
Tepung Terigu 50% : Tepung Jawawut50%	7,5 YR	7,5 YR 5/8	
Tepung Terigu 40% : Tepung Jawawut60%	7,5 YR	7,5 YR 5/6	

Berdasarkan data dari Tabel 1 tingkat kecerahan warna donat secara visual tampak berbeda. Tabel tersebut menunjukkan bahwa warna yang paling cerah terdapat pada donat dengan 0% tepung jawawut dengan nilai 7,5YR 7/10, sedangkan donat yang paling gelap yaitu pada donat dengan penambahan 60% tepung jawawut dengan nilai 7,5 YR 5/8. Diketahui bahwa perbedaan varietas donat dapat memberikan warna yang berbeda pada warna yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Malinda dkk. (2013) Berdasarkan uji sensoris pada parameter warna dapat dilihat bahwa dengan jumlah tepung millet dan tepung ubi jalar ungu yang semakin tinggi ternyata menurunkan kualitas sensoris dari produk. Hal ini mungkin disebabkan oleh warna produk yang cenderung menjadi lebih gelap akibat dari reaksi mailard selama proses pengovenan

#### ***Kadar Air***

Hasil penelitian menunjukkan kadar air donat berkisar 17,5-24,00%. Kadar air tertinggi yaitu 24,00% pada perlakuan tanpa penambahan jawawut sedangkan kadar air donat terendah yaitu 14,67% pada perlakuan 60% tepung jawawut. Grafik kadar air donat substitusi dengan tepung jawawut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kadar Air Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

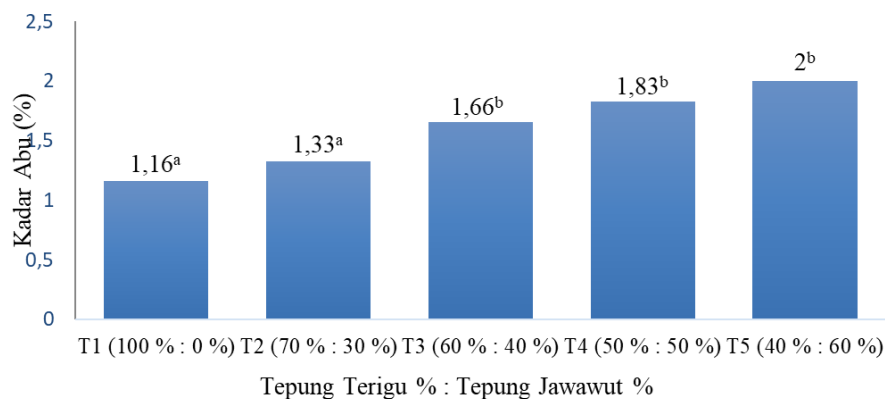
Hasil ANOVA kadar air donat jawawut menunjukkan perbandingan antara tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air donat dengan taraf signifikan  $0,37 > 0,05$ .

Gambar 2 menunjukkan berbeda tidak. Hal ini disebabkan kadar air tepung jawawut sama dengan tepung terigu yaitu sebesar 11,5 %. Hal ini sejalan dengan Parker (2003), gluten merupakan protein tidak larut dalam air yang terkandung dalam tepung terigu yang bersifat nonhidrofilik sehingga kurang mengikat air. Semakin banyak kadar gluten dalam tepung, maka semakin kecil pula kadar air yang berikatan dengan tepung yang dapat meningkatkan viskositas bahan dan porositas adonan (Arif, 2018)

## Karakteristik Kimia

### Kadar Abu

Kadar abu yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan tepung jawawut. Rentang nilai kadar abu donat antara 1,16% -2,00 %. Kadar abu dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan 0% (kontrol) tepung jawawut dengan nilai 1,16% sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan 60% tepung jawawut dengan nilai 2,00%. Kadar abu donat dengan substitusi tepung jawawut dapat dilihat pada Gambar 3.

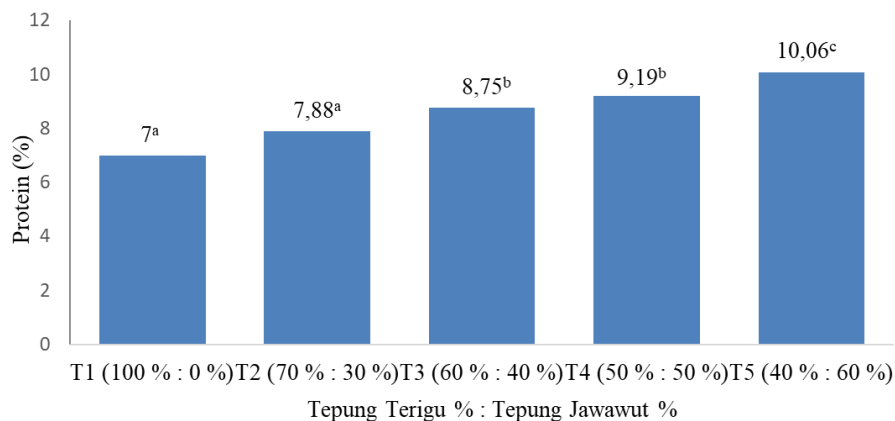


Gambar 3. Grafik Kadar Abu Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Hasil ANOVA menunjukkan substitusi tepung jawawut dengan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap kadar abu donat dengan taraf signifikan  $0,04 < 0,05$ . Meningkatnya nilai kadar abu donat dengan penambahan tepung jawawut karena nilai kadar abu tepung jawawut lebih tinggi sebesar 1,64% , selain itu menurut SNI-01-3751-2009 tepung terigu memiliki kadar abu yang lebih rendah yakni sebesar 0,7%. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmah dkk., (2017) Kadar abu cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya tepung jagung yang digunakan, tepung terigu memiliki kadar abu sebesar 0,7% dan tepung jagung sebesar 2,4%. Berdasarkan penelitian Haryani dkk., (2014) menunjukkan bahwa analisis kadar abu yang dilakukan pada roti donat dengan hasil 1,80 % hingga 4,85% dimana pada perlakuan perbandingan tepung terigu dan tepung rebung sebanyak 400 :100 g menunjukkan kandungan kadar abu terkecil yaitu 1,80% sedangkan pada perlakuan perbandingan tepung terigu dan tepung rebung 200:300 g menunjukkan kandungan kadar abu tertinggi yaitu 4,85%. Semakin tinggi penggunaan tepung rebung maka kadar abu donat semakin meningkat. Tingginya kadar abu pada roti donat kaya serat disebabkan oleh tingginya kandungan mineral pada rebung.

### ***Kadar Protein***

Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan protein pada donat berkisar antara 7,00% - 10,06%. Kadar protein tertinggi terdapat pada donat perlakuan 60% penambahan tepung jawawut yaitu sebesar 10,06%, sedangkan kadar protein terendah terdapat pada donat perlakuan 0% (kontrol) tepung jawawut yaitu sebesar 7,00%. Grafik kadar lemak donat substitusi dengan tepung jawawut dapat dilihat pada Gambar 4.

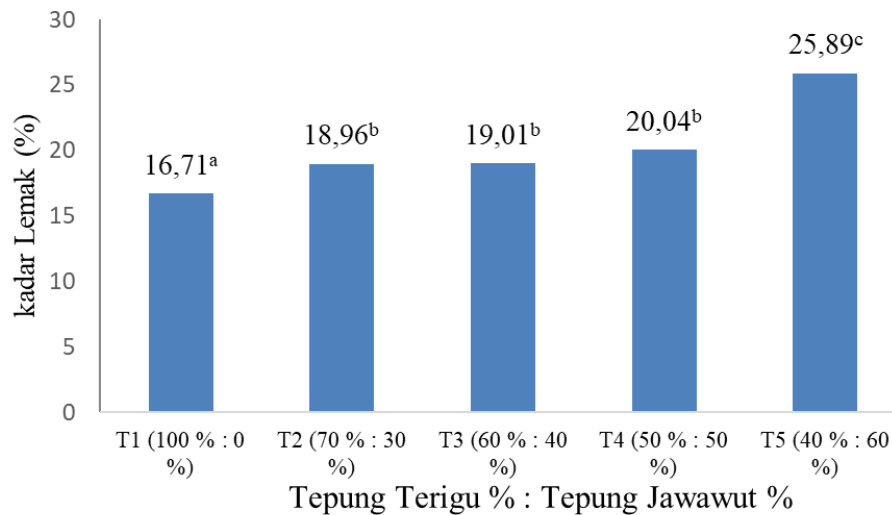


Gambar 4. Grafik Kadar Protein Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Semakin tinggi proporsi tepung jawawut kadar protein donat semakin meningkat, peningkatan kadar protein donat dikarenakan tepung jawawut memiliki kadar protein sebesar 10,7 % sedangkan tepung terigu memiliki kadar protein sebesar 10,5 %. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Herviandri (2018) bahwa kadar protein pada donat semakin meningkat seiring dengan bertambahnya substitusi tepung biji nangka. Kadar protein terendah yaitu pada donat dengan substitusi tepung biji nangka 0% (kontrol) sebesar 7,57% dan kadar protein tertinggi terdapat pada roti donat dengan substitusi tepung biji nangka 35% sebesar 7,72%.

### **Kadar Lemak**

Kadar lemak onat berkisar antara 16,71-25,89. Grafik kadar lemak donat substitusi dengan tepung jawawut dapat dilihat pada Gambar 5.



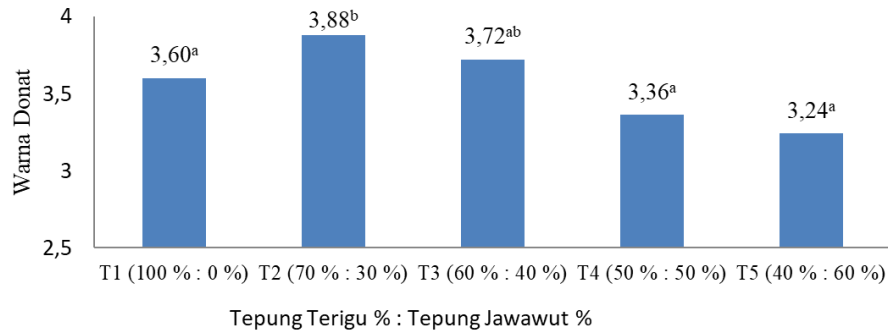
Gambar 5. Grafik Kadar Lemak Donat dengan Berbagai Persentasi Subtitusi Tepung Jawawut

Gambar 5 menunjukkan rentang lemak pada donat tepung jawawut berada antara 16,71% - 25,89%. Nilai terendah lemak donat terdapat pada perlakuan 0% (kontrol) tepung jawawut yaitu sebesar 16,71% sedangkan nilai lemak tertinggi terdapat pada perlakuan 60% tepung jawawut yaitu sebesar 25,89%. Hasil uji ANOVA terdapat pengaruh nyata substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut terhadap kadar lemak donat dengan taraf nyata  $0,04 < 0,05$ . Dari grafik tersebut terlihat bahwa semakin tinggi proporsi substitusi tepung jawawut kadar lemak donat semakin meningkat. Meningkatnya lemak roti donat seiring dengan meningkatnya penambahan tepung jawawut, hal ini diduga tepung jawawut memiliki kadar lemak yang tinggi dibandingkan dengan tepung terigu.. Hal ini sejalan dengan penelitian Arif (2019) pada roti manis dengan persentase substitusi tepung jawawut 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % dan 60 % mendapatkan bahwa semakin tinggi proporsi substitusi tepung jawawut, kadar lemak donat semakin meningkat dan sejalan pula dengan penelitian pada flake dengan substitusi 25 %, 50 % dan 75 % (Malinda dkk, 2013), kue kasippiq dengan substitusi tepung jawawut 30 %, 40 %, 50 %, 60 % dan 70 % (Hijrianti dan Widodo, 2018) mendapatkan bahwa semakin tinggi persentase substitusi tepung jawawut, semakin tinggi pula kadar lemak baik flake maupun kue kassipig. Kadar lemak donat semakin meningkat seiring dengan bertambahnya tepung jawawut yang digunakan karena tepung jawawut mengandung kadar lemak yang tinggi sebesar 3,3% (Arif, 2019) lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu 1,3% (Rahman, dkk, 2017), namun semakin rendah kadar air suatu produk, maka semakin tinggi minyak yang terserap dan atau sebaliknya. Hal ini sejalan dengan penelitian bahwa kadar lemak yang tinggi memiliki kadar air yang rendah begitu sebaliknya (Arif., 2019).

## Karakteristik Organoleptik

### Warna

Tingkat kesukaan warna donat berkisar antara 3,24 – 3,88. Grafik tingkat kesukaan panelis terhadap warna dapat dilihat pada Gambar 7 .



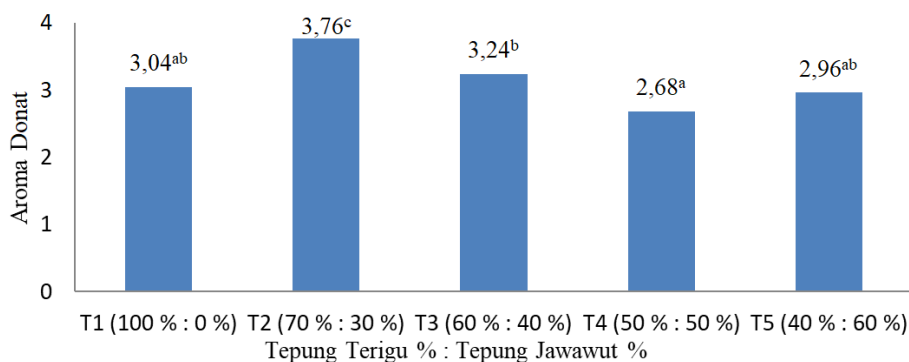
Gambar 7. Grafik Tingkat Kesukaan Warna Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Tingkat kesukaan donat tertinggi pada perlakuan 30% substitusi tepung jawawut dengan nilai 3,88, sedangkan tingkat kesukaan terendah pada perlakuan 60% substitusi tepung jawawut dengan nilai 3,24.

Hasil ANOVA organoleptik warna menunjukkan substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kesukaan panelis dengan taraf signifikan  $0,046 < 0,05$ . Secara keseluruhan panelis menyukai warna dari donat, namun dari grafik sendiri dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis menurun seiring meningkatnya proporsi penambahan tepung jawawut. Hal ini diduga karena tepung jawawut yang warnanya agak kecoklatan dibandingkan tepung terigu, sehingga berpengaruh terhadap warna donat. Hal ini sejalan dengan penelitian Leder ((2004) yang menyatakan bahwa penambahan tepung jawawut mempengaruhi warna roti manis yang dibuat. Warna rotimanis yang diberi campuran tepung jawawut menjadi agak kecoklatan. Hal ini disebabkan oleh pigmen betakaroten dan komponen flavonoid seperti glikosilvitesin, glikosiloritin, alkali labil dan asam ferulat dari jawawut (Lader, 2004).

### Aroma

Tingkat kesukaan aroma donat berkisar 2,68 - 3,76 berada pada rentang (cukup suka - suka). Grafik tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur dapat dilihat pada Gambar 8.



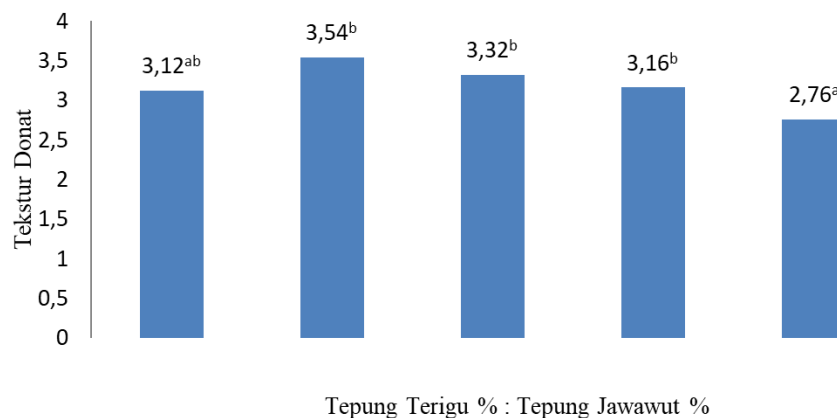
Gambar 8. Grafik Tingkat Kesukaan Aroma Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Hasil ANOVA aroma donat menunjukkan bahwa penambahan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap aroma donat dengan taraf signifikan  $<0,05$ . Tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada perlakuan substitusi 30% tepung jawawut dengan nilai 3,76, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan 50% tepung jawawut dengan nilai 2,68.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa dengan mensubtitusikan tepung jawawut dengan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap aroma donat semakin meningkat. Peningkatan tingkat kesukaan aroma donat disebabkan oleh tepung jawawut yang memiliki aroma yang khas yang cukup kuat. Hal ini sejalan dengan penelitian Leder (2004) yang mendapatkan bahwa pada jwawut terdapat komponen *goitrogen* yang diidentifikasi sebagai penyebab *off-odordan* dikarakterisasi juga sebagai *flavor mousy*.

### **Tekstur**

Tingkat kesukaan tekstur donat berkisar 2,76 - 3,54 berada pada rentang (cukup suka - suka). Grafik tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur dapat dilihat pada Gambar 9.

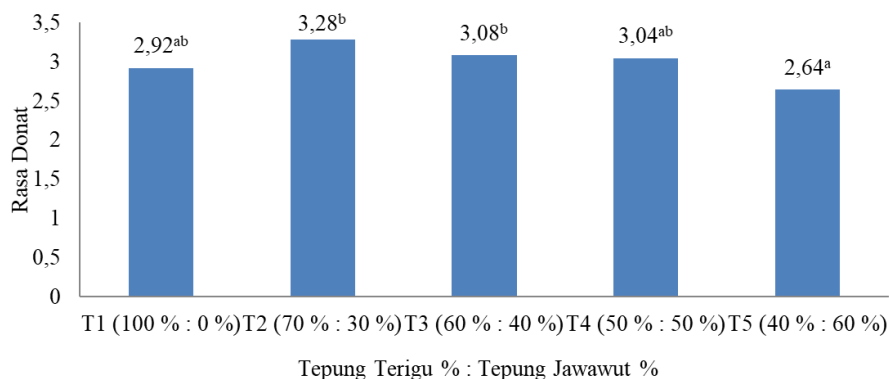


Gambar 9. Grafik Tingkat Kesukaan Tekstur Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Hasil ANOVA tingkat kesukaan tekstur menunjukkan substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur dengan taraf signifikan  $0,02 <0,05$ . Berdasarkan tingkat kesukaan tekstur tertinggi terdapat pada perlakuan 30% substitusi tepung jawawut dengan nilai 3,54 sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan 60% substitusi tepung jawawut dengan nilai 2,76. Dari hasil analisis diatas dapat diketahui bahwa tekstur donat yang paling disukai adalah donat dengan substitusi tepung jawawut 60%. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayati (2013), yang mengatakan bahwa tingkat kekerasan roti disebabkan oleh penurunan volume roti karena tingkat pengembangan yang menurun dan disebabkan kadar gluten yang berkurang sehingga gas yang dapat ditahan menurun.

## Rasa

Tingkat kesukaan rasa donat berkisar dari 2,64 - 3,28 berada pada rentang (cukup suka). Grafik tingkat kesukaan panelis terhadap rasa dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Tingkat Kesukaan Rasa Donat dengan Berbagai Persentase Substitusi Tepung Jawawut

Hasil ANOVA organoleptik rasa donat menunjukkan substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap rasa yang dihasilkan dengan taraf signifikan  $0,02 < 0,05$ . Gambar 10 menunjukkan tingkat kesukaan donat bahwa perlakuan 30% tepung jawawut dengan nilai tingkat kesukaan tertinggi (3,28), sedangkan perlakuan dengan substitusi tepung jawawut 60% menunjukkan tingkat kesukaan terendah (2,64), namun seiring meningkatnya penambahan tepung jawawut tingkat kesukaan panelis. Hal ini sejalan dengan penelitian Arif (2019) yang mendapatkan bahwa substitusi tepung jawawut yang lebih banyak menyebabkan daya penerimaan terhadap rasa roti manis semakin berkurang.

## KESIMPULAN

Substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik daya kembang dan warna donat, dimana semakin tinggi proporsi substitusi tepung jawawut donat semakin mengembang dan warna semakin gelap, namun substitusi tepung jawawut tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air donat. Substitusi tepung terigu dengan tepung jawawut berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia kadar abu, protein dan lemak. Semakin tinggi proporsi substitusi tepung jawawut semakin meningkat kadar abu, protein dan lemak donat. Substitusi terigu dengan jawawut berpengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik warna aroma, tekstur, dan rasa donat. Semakin tinggi substitusi tepung jawawut karakteristik warna, aroma, tekstur dan rasa maka tingkat kesukaan semakin menurun. Hasil uji organoleptik menunjukkan tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, tekstur, rasa donat terbaik pada proporsi substitusi tepung terigu 70% : tepung jawawut 30%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Jurusan Teknologi Pertanian dan Ketua Laboratorium Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu serta semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, E.F., dan D. Kristiastuti. 2015. *Pengaruh Substitusi Bekatul Terhadap Sifat Organoleptik Donat*. Jurnal Boga.4 (8) : 63-70.
- Arif, D.Z. 2019. *Kajian Perbandingan Tepung Terigu (*Triticum aestivum*) Dengan Tepung Jawawut (*Setaria italica*) Terhadap Karakteristik Roti Manis*. Pasundan Food Technology Journal 5(3); 180-190.
- Asyari, M., E. Afrianto, dan R. I. Pratama. 2016. *Fortifikasi Surimi Lele Dumbo Sebagai Sumber Protein Terhadap Tingkat Kesukaan Donat Ubi Jalar*. Jurnal Perikanan.7 (2): 71-79.
- Food Agricultural Organization (FAO). 1995. *Sorghum and Millets in Human Nutrition*. David Lubin Memorial Library Cataloguing in Publication Data FAO, Rome (Italy). Food and Nutrition Series No 27.
- Haryani, M., L. Widawati, dan E. R. Sari. 2014. *Tepung Rebung Termodifikasi Sebagai Substituen Terigu Pada Pembuatan Donat Kaya Serat*. Agritepa, I (1):75-83.
- Herviandri, M. 2018. *Tingkat Kekerasan dan Kadar Protein Donat Yang Disubstitusikan Dengan Tepung Biji Nangka*. Skripsi. Program Studi Ilmu Gizi. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 15 Hal.
- Hidayati. F. U. N. 2013. *Daya Pembengkakan (Swelling Power) Campuran Tepung Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) Dan Tepung Terigu Terhadap Tingkat Pengembangan Dan Kesukaan Sensorik Roti Tawar*. Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hijrianti, S dan S. Widodo. 2018. *Substitusi Tepung Jawawut Pada Kue Kasippiq Di Desa Bonde, Kecamatan Campalagian, Kabupaten Paliwali Mandar*. Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 1(1) : 294-300.
- Holuke, S., Faradila RHF Faradila dan Ansharullah. 2019. *Pengaruh Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas*) Kadar Antioksidan, Serat dan Kualitas Organoleptik Kue Donat*. Jurnal Sains dan Teknologi Pangan 4 (1) : 1992-2002
- Léder, I. 2004, Sorghum and Millet in Cultivated Plants, Primarily as Food Sources. [Ed. György Füleky], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed Under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, [<http://www.eolss.net>].
- Malinda, A.P., R.BKatri , D. Rahmawanti, dan N.H. Riyadi. 2013. *Kajian Penambahan Tepung Milllet dan Tepung Ubi Jalar Ungu Sebagai Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan Flake*. Jurnal Tekno Sain Pangan 2(1): 39-47.
- Mardiati, P. 2017. *Pemanfaatan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* ) Dalam Pembuatan Donat Terhadap Mutu Organoleptik dan Kadar Serat*. Skripsi. Jurusan Gizi. Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
- Miswanti, L. Ivanti dan D. Sugandi. 2015. *Potensi Pengembangan Jawawut (*Setaria italica* L Beauv) Sebagai sumberdaya Genetik Lokal Untuk Pengembangan Pangan Alternatif di Provinsi Bengkulu*. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Genetik Pertanian. Bogor 27 Mei 2015. BBP2TP .
- Miswanti, W.E Putera, S. Rosmanah, L.Irvananti, dan Yahumri. 2019. *Jawawut (*Setaria italica*,*

- (L) P. Beauv. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Penerbit Yayasan Sahabat Alam Rafflesia.
- Munawwarah, 2017. *Analisis Kandungan Zat Gizi Donat Wortel (Daucus carota L.) sebagai Alternatif Perbaikan Gizi Pada Masyarakat*. Skripsi. Jurusan Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. UIN Alauddin. Makassar.
- Nurfadillah, A.N dan S. Widodo. 2015. *Sikap Konsumen Terhadap Produk Donat Berbahan Baku Mocaf Sebagai Pengganti Tepung Terigu*. Jurnal Agribusiness and Rural Development 1(2): 149-156.
- Pakhri, A., A. Yani .H.Mas'ud , dan Sirajudin. 2017. *Cookies dengan Substitusi Tepeung Jawawut*. Media Gizi Pangan 25 (2): 21-27.
- Parker, R. 2003. *Introduction to Food Science*. DelmarThompson Learning. United States.
- Permatasari, N. 2020. *Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Biji Karet (Hevea brassilensis) Terhadap Karakteritik Donat*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian, Faperta Unib.
- Puspawati dan Kadek Diah.G.A. 2009. *Kajian aktivasi proliferasi limfosit dan kapasitas antioksidan Sorgym (Sorghum bicolor L. Moench) dan Jewawut (Pennisetum sp) pada tikus Sparague Dawley*. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789>. Diakses pada 8 Desember 2020.
- Priandana. K., A. Zulfikar dan Sukarman, 2014. *Mobile Muncell Soil Color Chart Berbasis Android Menggunakan Histogram Ruang Citra hvc*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia 10(1) : 1-8
- Rahmah A., F. Hamzah dan Rahmayuni, 2017. *Penggunaan Tepung Komposit Dari Terigu, Pati Sagu dan Tepung Jagung Dalam Pembuatan Roti Tawar*. Jom Faperta 4(1): 1-14
- Retno Isti Komah. 2013. *Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Hijau Terhadap Tingkat Kesukaan Kue Jongkong*. Jurnal Boga 2 (3): 19 – 34.
- Salimi, Y.K., F. R. Zakaria, P. P Bambang, dan S .Widowati. 2011. *Pengaruh penyosohan sereal sorghum dan Jawawut kandungan gizi, ekstrak serat  $\beta$ -glukan dan aktivasi proliferasi sel limfosit*. Jurnal Sainstek 6 (3) : 230-237.
- Sudarmadji, S. Haryono, dan B. Suhardi. 1997. *Analisis Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta. 160 Hal. Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik (untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian)*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Sugito. 2011. *Aktivitas antioksidan biologis sorgum dan Jawawut serta aplikasinya pada pencegahan penyakit degeneratif*. Jurnal Pembangunan Manusia (6): 45-54.
- Winarno F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

## **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: ANALISA SENYAWA FITOKIMIA DAN ANTIOKSIDAN PADA BEBERAPA JENIS SALAK (*SALACCA ZALACCA*)**

**Yusnita Wahyuni Silitonga<sup>1\*</sup>, Irawati Chaniago<sup>2</sup>, Novelina<sup>3</sup>, Novizar Nazir<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Doktor Ilmu-Ilmu Pertanian, Universitas Andalas, Padang

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang

<sup>3</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang

Email: [yusnita\\_wahyuni@yahoo.com](mailto:yusnita_wahyuni@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

Salak merupakan tanaman asli Indonesia dengan berbagai macam kultivar. Kultivar salak tidak hanya menunjukkan perbedaan morfologi secara fisik, akan tetapi juga mempengaruhi kapasitas senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan yang terkandung pada salak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan, trend penelitian atau riset yang berkaitan dengan senyawa fitokimia dan antioksidan pada beberapa kultivar salak. Perkembangan penelitian dapat diketahui dengan melakukan *systematic literature review* dengan aplikasi *Publish or Perish* dan sumber data base yang berasal dari *Google Scholar* dari tahun 2013 sampai 2023. Hasil penelusuran dengan kata kunci *salacca*, *phytochemical*, *antioxidant* ditemukan berkisar 609 publikasi yang sudah terbit. Hasil penelusuran diseleksi kembali sehingga dihasilkan 40 artikel yang paling relevan untuk dianalisis dan divisualisasi dengan *software VOSviewer*. Jumlah publikasi dengan kata kunci *salacca*, *phytochemical*, *antioxidant* terus meningkat dari tahun ke tahun kecuali pada tahun 2017 terjadi penurunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis salak mengandung senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan akan tetapi jumlah atau kadarnya berbeda-beda. Penelitian tentang analisa senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan pada salak masih dilakukan pada beberapa kultivar, sehingga masih dibutuhkan penelitian pada kultivar salak lain.

**Kata kunci:** antioksidan; fitokimia; Salak

### **ABSTRACT**

*Salak is native Indonesian plant with various cultivars. Salak cultivars not only show differences in physical morphology, but also affect the capacity of the phytochemical compounds and antioxidant activity contained in the salak. This study aims to determine developments, research trends or research related to phytochemical compounds and antioxidants in several salak cultivars. The development of research can be known by doing systematic literature review using the Publish or Perish application and the data base sourced from Google Scholar from 2013 to 2023. Search results with the keywords salacca, phytochemical, antioxidant found around 609 published publications. The search results were re-selected so that the 40 most relevant articles were produced to be analyzed and visualized with software VOSviewer. The number of publications with the keywords salacca, phytochemical, antioxidant continues to increase from year to year except for a decrease in 2017. The results showed that all types of salak contain phytochemical compounds and antioxidant activity, but the amounts or levels is not the same. Research about analysis of phytochemical compounds and antioxidant activity in salak is still being carried out on several salak cultivars, so research is still needed on other salak cultivars.*

**Keyword:** antioxidant; phytochemical; Salak

## PENDAHULUAN

Salak merupakan tanaman asli Indonesia dengan berbagai macam kultivar. Salak di Indonesia pada umumnya diberi nama berdasarkan lokasi dimana salak tersebut dibudidayakan. Lima provinsi utama penghasil salak paling tinggi di Indonesia yaitu DI Yogyakarta, Sumatera utara, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah (Effida dkk., 2015). Menurut Harsono, (2021) terdapat sekitar 23 kultivar salak, tetapi yang paling terkenal di Indonesia adalah salak pondoh dari DI Yogyakarta, salak bali dari Bali, salak sidimpunan dari Sumatera Utara.

Kultivar salak tidak hanya menunjukkan perbedaan morfologi secara fisik, akan tetapi juga mempengaruhi kapasitas senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan yang terkandung di dalam buah salak. Ariviani dan Parnanto (2013), menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan senyawa fenolik antar kultivar salak Pondoh, Bali dan Nglumut. Hasil penelitian Puryono dkk., (2015) juga menunjukkan bahwa salak pondoh, manggala dan gula pasir memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda-beda.

Pada semua bagian buah salak baik kulit, daging buah dan biji mengandung senyawa fitokimia dan antioksidan, hanya saja kadarnya berbeda-beda. Hasil penelitian tan et al., (2020) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi ditemukan pada daging buah dan paling rendah pada bagian biji salak. Hasil penelitian Rohaeti et al., (2017) menunjukkan bahwa salak dengan varietas yang berbeda-beda yaitu cililin, condet, malaka, manonjaya, mawar, dan pondoh mengandung fenol dan flavonoid tetapi kadarnya berbeda-beda

Kajian senyawa fitokimia dan antioksidan salak perlu dilakukan untuk mengetahui tujuan pengembangan salak lebih lanjut seperti dijadikan olahan pangan atau dijadikan suplemen pangan. Suplemen pangan dapat dikatakan baik jika mengandung komponen gizi dan zat aktif tertentu (Haryoto dan Priyatno, 2018). Zat aktif atau fitokimia perlu dikaji seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin dan tanin. Sebenarnya senyawa fitokimia merupakan metabolit sekunder yang digunakan oleh tanaman untuk mempertahankan diri dari lingkungan yang tidak sesuai, akan tetapi dari hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa metabolit sekunder tersebut memiliki fungsi yang sangat banyak seperti antimikroba, antioksidan, bahkan pengobatan penyakit tertentu (Mustafa dkk., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan penelitian atau riset yang berkaitan dengan senyawa fitokimia dan antioksidan pada beberapa kultivar salak di Indonesia. Perkembangan penelitian dapat diketahui dengan melakukan systematic literature review dengan aplikasi Publish or Perish dan sumber data base yang berasal dari Google Scholar

## METODE PENELITIAN

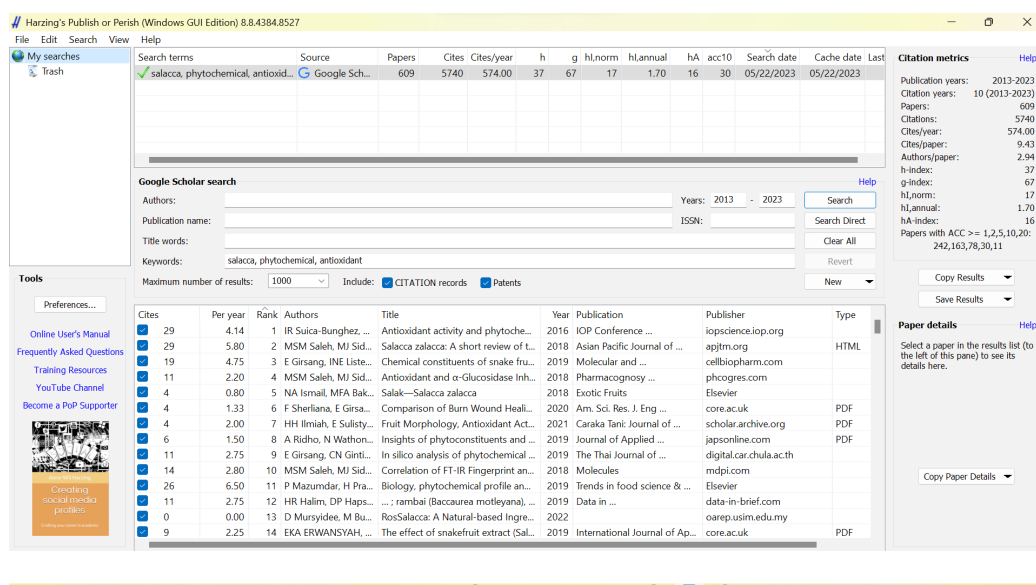
Metode penelitian yang digunakan pada tulisan ini adalah dengan metode *systematic literature review* (SLR). SLR dilakukan berdasarkan sumber literatur melalui pengumpulan data riset dari tahun 2013 hingga 2023. Pengumpulan dan pemilahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi reference manager yaitu *Publish or Perish* dengan sumber data base yang berasal dari *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan pada *publish or Perish* adalah *salacca*, *phytochemical*, *antioxidant*. Hasil pencarian kemudian disimpan dalam format ris file yang menampilkan data yang terdiri dari judul, publikasi, *author*, tahun publikasi, nama jurnal, Penerbit jurnal, jumlah sitasi, link publikasi dan rating. Pemetaan data dengan menggunakan aplikasi *VOSviewer* ini dalam bentuk *network visualization*, *overlay*

visualization dan density visualization. Kata kunci yang digunakan dari judul dan abstrak diatur dan ditemukan minimal 4 kali dan istilah kata kunci yang tidak berhubungan dengan topik penelitian tidak digunakan dan selanjutnya dihilangkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pencarian Data Publikasi

Publikasi dengan kata kunci *salacca*, *phytochemical*, *antioxidant* ditemukan berkisar 609 publikasi yang sudah terbit. Hal ini diketahui berdasarkan hasil pencarian data publikasi dengan menggunakan aplikasi *Publish or Perish* dengan menggunakan data Google Scholar dari tahun 2013 hingga 2023 (Gambar. 1)



Gambar 1. Hasil pencarian publikasi dengan menggunakan aplikasi Publish or Perish

Berdasarkan data yang ditampilkan (Gambar 1) pada aplikasi Publish or Perish dengan kata kunci salacca, phytochemical, antioxidant ditemukan sebanyak 609 artikel. Jumlah sitasi semua artikel adalah 5740 dengan jumlah sitasi per tahun 574. Sitasi per artikel adalah 9,43, penulis per artikel adalah 2,98. Ada beberapa kategori yang menunjukkan dampak dan produktivitas dari artikel yang telah dipublikasi seperti pada nilai h-indeks 37, g-indeks 67, hI, norm 17, hI, annual 1.70 dan ha-indeks 16. Artikel yang paling relevan direview berdasarkan jenis salak, bagian salak yang dijadikan sampel, metode dan hasil penelitian (Tabel 1 dan Tabel 2)

Tabel 1. Artikel tentang senyawa fitokimia pada salak yang paling relevan dari hasil pencarian dengan aplikasi Publish or Perish

Reference	Jenis Salak	Sampel	Perlakuan	Hasil Penelitian (Fitokimia)
Afrianti et al., 2015	Bongkok	Daging buah	Ekstraksi dengan etil asetat	Alkaloid Terpenoid Quinon
Suica-Bunghez et al., 2016	Bali	Daging buah	Alkohol: Air (9:1)	Flavonoid quinon
Kanlayavattanakul et al., 2013	Sumalee, Thailand	Kulit	Ekstraksi dengan 70% etanol	Polifenol Asam felurat Asam galat
Ragasa et al., 2016	Salacca wallchiana, Filipina	Daging buah	Pelurut CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Gliserol
Saleh et al., 2018	Salak local trengganu, malaysia	Kulit	Ekstraksi dengan etanol dan Analisa fitokimia dengan GS-MS	sterol, fitosterol, asam fenol
Saleh et al., 2021	Salak lokal Bukit Sagu, Malaysia	Daging Buah	Ekstraksi dengan etanol dan Analisa fitokimia dengan MS	Fenol Flavonoid
Susilowati dkk., 2018	Salak daerah Sebulu (Kalimantan Timur)	Kulit	Ekstrak kulit salak dengan metode refluks	Alkaloid Flavonoid Saponin Tanin
Ardin et al., 2022	Pondoh	Kulit	Ekstrak kulit salak dengan metode meserasi	Flavonoid
Yoga dan Rabani, 2022	Ambonensis	Daging buah	Minuman probiotik sari salak	Fenol, Flavonoid, Tanin
Arief and Asnawi, 2018	Pondoh	Biji	Kulit salak dihaluskan seperti kopi	Flavonoid
Werdyani et al., 2017	Salak di daerah Turi	Biji	Ekstrak biji salak dengan metode meserasi	Alkaloid Flavonoid Tannin polifenol steroid
Rohaeti et al., 2017	Cililin Condet Malaka Manonjaya Mawar Pondoh	Daging buah dan Kulit	Varietas salak yang berbeda	Semua jenis salak tersebut mengandung Fenol dan flavonoid Tetapi kadarnya berbeda-beda
Handayani dkk., 2021	Salak dari Tamarenja, Sulawesi Tengah	Kulit	Ekstrak etanol kulit salak	Alkaloid Flavonoid Saponin tanin
Yoga dan Rabani, 2022	Ambonensis	Daging buah	Fermentasi buah salak	Fenol Flavonoid tanin
Agustin dan Chandraini, 2021	Bangkalan	Biji	Ekstrak biji salak dengan metode meserasi	Flavonoid Fenol tanin
Lubis dkk., 2023	Salak Sidimpuan	Daun	Ekstrak daun salak dengan metode meserasi	Alkaloid Fenolik Saponin Tanin Terpenoid

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa semua jenis salak mengandung senyawa fitokimia akan tetapi jumlah atau kadar fitokimianya berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rahaeti et al., (2017) yang menunjukkan bahwa beberapa jenis salak yang diteliti (Cililin, Condet, Malaka, Mononjaya, Mawar dan Pondoh) semua jenis salak tersebut mengandung senyawa flavonoid dan fenol pada bagian buah dan kulitnya, akan tetapi kadar atau jumlah senyawa fitokimia yang ditemukan berbeda-beda pada setiap jenis salak

Tabel 2. Artikel tentang aktivitas antioksidan pada salak yang paling relevan dari hasil pencarian dengan aplikasi Publish or Perish

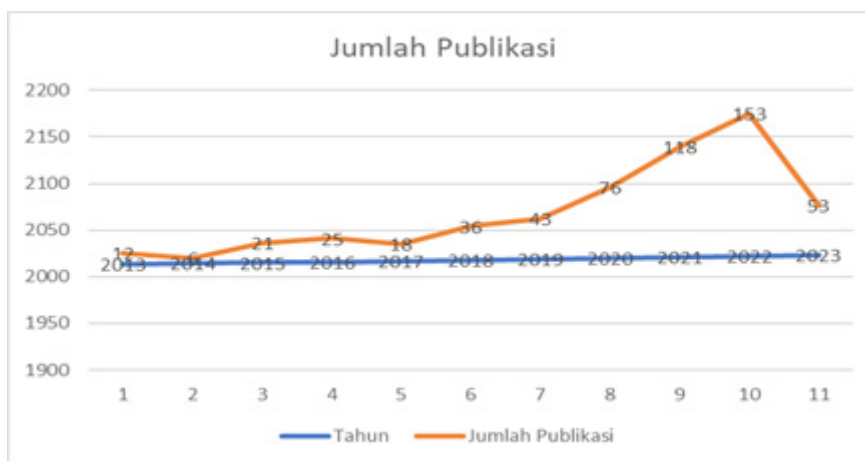
Reference	Jenis Salak	Sampel	Pelarut	Metode	Antioksidan (IC50 (µg/mL))
Suica-Bunghez et al., 2016	Bali	Daging buah	Alkohol: Air (9:1)	DPPH	82,675%
		Kulit			73,135%
Puspitasari dan Ningsih, 2016	Gula Pasir	Daging buah	Metanol	DPPH	40,89
Tilaar et al., 2017	Bongkok	Daging buah	Etanol 96%	DPPH	99,5 %
Inayah & Marthia, 2016	Salak Bongkok	Teh daging buah	Air dengan suhu 70°C, 80°C, 90°C,	DPPH	Paling tinggi 90°C yaitu 196,74 ppm
Kanlayavattanakul et al., 2013	Sumalee, Thailand	Kulit	Ekstraksi dengan 70% etanol	DPPH	8,870
Saleh et al., 2018	Salak local trengganu, Malaysia	Kulit	Ekstraksi dengan etanol	DPPH	49,45
Saleh et al., 2021	Salak lokal Bukit Sagu, Malaysia	Daging Buah	Ekstraksi dengan etanol	DPPH	55,95
Gusrianto dkk., 2018	Salak Pondoh	Daging buah	Metanol	DPPH	21,7
Puryono dkk., 2015	Pondoh	Daging buah	Etanol	DPPH	23,14
	Manggala				25,19
	Gula pasir				23,16
Tantrayana dan Zubaidah, 2015	Gula pasir	Daging buah	Etanol	DPPH	14,90
Zubaidah dkk., 2015	Gula pasir	Daging Buah	Proses fermentasi dengan <i>S. cerevisiae</i>	DPPH	12,57
	pondoh				10,53
	Madu				4,98
	Madura				15,19
	Suwaru				60,83
<b>Siregar dan Sari 2020</b>	<b>Salak Sidimpuan</b>	<b>Biji</b>	<b>Etanol</b>	<b>DPPH</b>	<b>8.38</b>

Beberapa penelitian mengenai aktivitas antioksidan salak telah banyak dilakukan dari varietas salak yang berbeda-beda. Tabel 2 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan setiap jenis salak berbeda-beda, seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Puryono dkk., 2015 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang berbeda antara varietas salak pondoh super, manggala, dan gula pasir.

Semua bagian dari buah salak yaitu daging buah, kulit, dan biji memiliki aktivitas antioksidan, namun berbeda aktivitas antioksidan setiap bagian. Aktivitas antioksidan yang tinggi ditunjukkan pada bagian daging buah salak dibandingkan bagian kulit dan bagian biji salak. Hal ini diperkirakan lebih banyak senyawa yang dapat bertindak sebagai antioksidan terdapat pada bagian daging buahnya daripada bagian kulit dan bagian biji salak.

#### Perkembangan Penelitian Periode 2013-2023

Pada Gambar 2 dapat dilihat perkembangan publikasi dengan kata kunci salacca, phytochemical, antioxidant dari tahun 2013 hingga 2023. Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa jumlah publikasi dari tahun ke tahun terus meningkat, kecuali pada tahun 2017 mengalami penurunan. Pada tahun 2023 terlihat terjadi penurunan yang cukup drastis hal ini disebabkan publikasi tahun 2023 hanya mencakup periode januari hingga april. Data tersebut belum bisa dipastikan apakah benar-benar mengalami penurunan atau justru meningkat. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa minat peneliti dengan tema ini terus diminati sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan tema ini masih potensial untuk dilakukan dengan mencari celah yang belum diteliti.



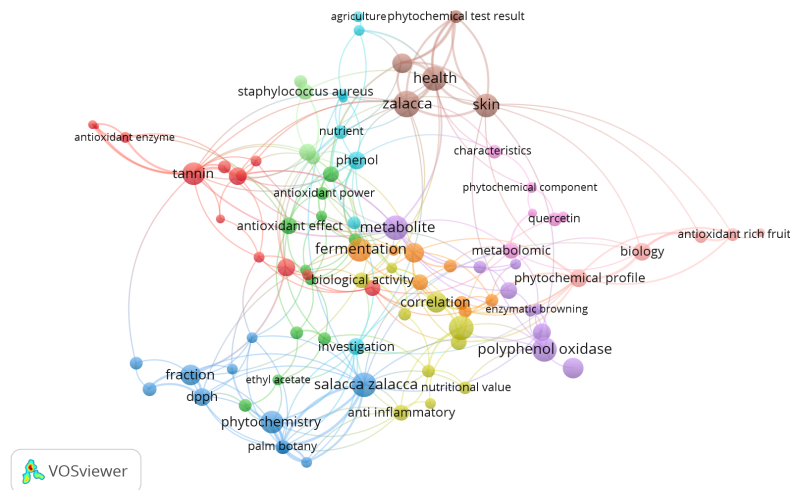
Gambar 2. Jumlah Publikasi dari tahun 2013-2023

#### Analisis dan Pemetaan dengan VOSviewer

VOSviewer merupakan salah satu software yang bisa digunakan untuk melakukan penelitian systematic literature review (Dani Nandiyanto and Dewi, 2022). VOSviewer menampilkan peta bibliometrik yang menginterpretasikan suatu hubungan. Perangkat lunak VOSviewer memiliki beberapa karakteristik diantaranya, dapat memetakan berbagai jenis analisis bibliometrik, mendukung beberapa database bibliografi, membatasi analisis data dalam jumlah kecil hingga sedang dalam waktu tertentu. Pemetaan atau Mapping ini merupakan fungsi pengolahan teks menggunakan teknik layout dan cluster dengan fitur visualisasi. Hasil visualisasi dari pemetaan yang berhubungan dengan topik penelitian diperoleh 127 item dan terbagi dalam 6 cluster (Gambar 3), yaitu:

1. Cluster 1 berhubungan dengan *Zalacca salacca* ditandai dengan warna biru
2. Cluster 2 berhubungan dengan Biological Activity ditandai dengan warna kuning
3. Cluster 3 berhubungan dengan Metabolite ditandai dengan warna ungu

4. Cluster 4 berhubungan dengan Antioxidant Effect ditandai dengan warna hijau
5. Cluster 5 berhubungan dengan Phytochemical test result ditandai dengan warna coklat.
6. Cluster 6 berhubungan dengan Phytochemical profile ditandai dengan warna merah muda



Gambar 3. Hasil Visualisasi dengan Aplikasi VOSviewer

## KESIMPULAN

Jumlah publikasi dengan kata kunci salacca, phytochemical, antioxidant terus meningkat dari tahun ke tahun kecuali pada tahun 2017 terjadi penurunan. Hasil visualisasi dari pemetaan yang berhubungan dengan topik penelitian diperoleh 127 item dan terbagi dalam 6 cluster ditandai dengan warna yang berbeda (Zalacca salacca, Biological Activity, Metabolite, Antioxidant Effect, Phytochemical Test Result, phytochemical Profile). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis salak mengandung senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan akan tetapi jumlah atau kadarnya berbeda-beda. Penelitian tentang analisa senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan pada salak masih dilakukan pada beberapa kultivar, sehingga masih dibutuhkan penelitian pada kultivar salak lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti LH, Widjaja WP, Suliasih N, Widowati W, Fauziah N, Maesaroh M, et al. 2015. Anticancer activity of 3-hydroxystigmastan- 5(6)-en ( $\beta$ -sitosterol) compound from *Salacca edulis* Reinw variety bongkok in MCF-7 and T47D cell line. *J Adv Agric Technol.* 2(2): 129-133.
- Agustin, E., Chandraini, I.K. 2021. Pengamatan Zona Hambat Bakteri *Salmonella typhi* terhadap Biji Buah Salak Bangkalan (*Salacca Zalacca*). *Indonesian Journal Pharmaceutical dan Herbal Medicine.* 1(1): 44-48
- Arief, R.W., Asnawi, R. 2018. The Use of *Salacca* Seeds and Its Potential Analysis as Functional Beverage. 2021. *IOP.Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 1-6

- Ariviani, S dan Parnanto, NHR., 2013, Kapasitas Antioksidan Buah Salak (*salacca edulis* Reinw.) Kultivar Pondoh, Nglumut dan Bali Serta Korelasinya Dengan Kadar Fenolik Total dan Vitamin C. *Agritech*. 33(3):330.
- Ardin, N.C., Pramata, M., Widiastutu, H., Fawwaz, M. 2022. Total Flavonoid Content of the Bark Extract of *Salacca edulis* Reinw. *Pharm Rep*. 1(2): 6-9
- Dani Nandiyanto, A. B., & Dewi, A. L. (2022). Bibliometric Mapping Analysis of Nanocrystalline Starch in Food Packaging Application using VOSviewer. *Advance Sustainable Science 308 Engineering and Technology*, 4(2), 0220202.
- Dhyanputri, IGAS., Karta, I.W., Krisna, LAW. 2016. Analisis Kandungan Giji Salak Produksi Kelompok Tani Abian Salak Desa Sibetan sebagai Upaya Pengembangan Produk Pangan Lokal. *Meditory*.4(2): 93-100
- Effida, D.Q., Susilowati, E., Roisah, K. 2015. Upaya Perlindungan Hukum Indikasi Geografis terhadap Salak Sidimpunan sebagai Kekayaan Alam Tapanuli Selatan. *Jurnal Law Reform*. 11(2): 188-198
- Gusrianto, W.A., Muis, S.F., Al-Barri, A.N., Legowo, A.M. 2018. Efek Asam Hypoioidous pada Perubahan Aktivitas Antioksidan dan Total Mikroba Salak Pondoh pada Penyimpanan di Suhu Ruang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(3): 122-126
- Handayani, T.W., Widodo, A., Yanti, R., Prasetyo, E., Zulfaidah., Tandi, J. 2021. Analisis Metabolit Sekunder dan Aktivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Salak (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) terhadap Kadar Glukosa dan Ureum Kreatinin Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Riset Kimia*. 7(3): 161-168
- Harsono, T. 2021. Keanekaragaman Salak di Kawasan Melasiana. *Prosiding Sixth Postgraduate Bioexpo*. 167-174
- Haryoto dan Priyatno, E. 2018. Potensi Buah Salak sebagai Suplemen Obat dan Pangan. Muhammadiyah University pres. Surakarta. 215 hlm.
- Inayah, I., Marthia, N. 2016. Pengujian Aktivitas Antioksidan Teh Buah Salak Bongkok pada Variasi Suhu Penyeduhan. *Jurnal Infometik*. 18(1). 57-64
- Kanlayavattanukul M, Lourith N, Ospondpant D, Ruktanonchai U, Pongpunyayuen S, Chansrinियom C. Salak plum peel extract as a safe and efficient antioxidant appraisal for Cosmetics. 2013. *Biosci Biotechnol Biochem*. 77(5): 1068-1074.
- Lubis, J.A., Harahap, S.T., Harahap, F.S. 2023. Qualitative Analysis of Salak Leaf Extract (*Salacca sumatrana*). *Jurnal Biolink*. 9(2): 183-189
- Mustafa, M.A., Taufik, M., Lalapa, A.R. 2019. Analisis Kadar Flavanoid Total Menggunakan Spektrometri UV-VIS dalam Kulit Buah Salak (*Salacca zalacca* V.). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*. 1(1): 21-27
- Puryono, R.I., Puspitasari, E., Ningsih, I.Y. 2015. Uji Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Varietas Ekstrak Buah Salak (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) dengan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. 1-6
- Puspitasari, E., Ningsih, I.Y. 2016. Kapasitas Antioksidan Ekstrak Buah Salak (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) Varian Gula Pasir Menggunakan Metode Penangkapan Radikal DPPH. *Pharmacy*. 13(1): 116-126

- Ragasa CY, Ting JU, Ramones MV, Carmen MST, Lerom RR, Linis VC. 2016. Chemical constituents of *Salacca wallichiana* mart. *Int J Curr Pharm Rev Res.* 7(4): 186-189
- Rohaeti, E., Fauzi, M.R., Batubara, I. 2017. Inhibition of  $\alpha$ -Glucosidase, Total Phenolic Content and Flavonoid Content on Skin and Flesh Extract of Some Varieties of Snake Fruit. *IOP.Conf. Series. Earth and Environmental Science* 58 (2017): 1-6
- Saleh, MSM., Siddiqui, M.J., So'ad, SZM., Murugesu, S., Khatib, A., Rahman, M.M. 2018. Antioxidant and  $\alpha$ Glucosidase Inhibitory Activities and Gas Chromatography– Mass Spectrometry Profile of Salak (*Salacca zalacca*) Fruit Peel Extracts. *Pharmacognosy and Natural Products.*10(4): 385-390
- Saleh, MSM., Siddiqui, m.j., Alshwyeh, H.A., Al-Mekhlafi, N.A., Mediani, A., Ibrahim, A., Ismail, N.H., Kamisah, Y. 2021 Metabolomicsbased profiling with chemometric approach to identify bioactive compounds in *Salacca zalacca* fruits extracts and in silico molecular docking. *Arabian Journal of Chemistry.* 14:1-12
- Siregar, D.A., Sari, L.P. 2020. Analisis Komposisi Kimia dan Antioksidan Serbuk Biji Salak Padangsidempuan (*Salacca sumatrana* Becc). *Jurnal Education and Development.* 4(8): 403-406
- Suica-Bunghez IR, Teodorescu S, Dulama ID, Voinea OC, Imionescu S, Ion RM. 2016. Antioxidant activity and phytochemical compounds of snake fruit (*Salacca zalacca*). *IOP Conference Series: Materials Sci Eng.* 133(1): 012051. Doi: 10.1088/1757-899X/133/1/012051
- Susilowati, E., Rahmadani, A., Meylina, L., Kuncoro, H. 2018. Uji Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Salak (*Salacca zalacca*) dan Pengaruh Ekstrak terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutan* dan Jamur *Candida Albicans*. *Proceeding Mulawarman Pharmaceuticals Conferences.* 20-21 November 2018. 314-320
- Tan, S.S., Tan, S.T., Tan, c.x. 2020. Antioxidan, Hypoglycemic and Anti-Hipertensive Properties of Extract derived from Peel, Fruit and Kernel of Salak. *British Food Journal.* 122(10): 29-38
- Tantrayana, P.B., Zubaidah, E. 2015. Karakteristik Fisik-Kimia dari Ekstrak Gula Pasir dengan Metode Meserasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 3(4): 1608-1619
- Tilaar A, Ranti AM. The efficacy study of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw Var. Bongkok) extract as skin lightening agent. *Pharmacogn J* 2017: 9(2): 235-238.
- Werdyani, S. Jumaryatno, P. Khasanah, N. 2017. Antioxidant Activity of Ethanolic Extract and Fraction of Salak Fruit Seeds (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss.) Using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) Method. *Jurnal Eksakta.* 17(2). 137-146
- Yoga, W.K., Rabani, IGAY. 2022. Analisa Total Fenol, Flavonoid dan Total Tanin pada Produk Minuman Probiotik Sari Buah Salak (*Salacca zalacca* Var. *Ambonensis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan.* 8(1): 69-76
- Zubaidah, E., Ichromasari, D.Y., Mandasari, O.K. 2014. Effect of *Salacca* Vinegar Var. Suwaru on Lipid Profile Diabetic Rats. *Food and Nutrition Sciences.* 5: 743-748
- Zubaidah, E., Austin., Sriherfyna, F.H. 2015. Studi Aktivitas Antioksidan Salak dari berbagai Varietas Buah Salak (*Salacca zalacca*). *Jurnal Teknologi Pertanian.* 16 (2):89-96

## KAJIAN FINANSIAL DAN SENSITIVITAS PENGOLAHAN KOPI LUWAK (STUDI KASUS PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA BAJA *COFFEE* KABAWETAN-KEPAHIANG, BENGKULU)

Lukman Hidayat<sup>1\*</sup>, Marniza<sup>1</sup>, Ruqoiyah Al Karimah<sup>2</sup>, Trio Putra Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

<sup>2</sup>Alumni Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

<sup>3</sup>Mahasiswa Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

\*Email: lukman\_hidayat@unib.ac.id

### ABSTRAK

Kecamatan Kabawetan menjadi sentra produksi kopi di Kabupaten Kepahiang dengan produk khas dan unik yaitu kopi luwak. Industri Rumah Tangga Baja *Coffee* adalah salah satu industri pengolahan kopi luwak. Industri ini mengolahnya dalam bentuk *greenbean*, *roasting* dan kopi bubuk. Pertimbangan pendirian Baja *Coffee* tidak dilakukan dengan pertimbangan kelayakan finansial dan sensitivitasnya. Kondisi ini menjadikan industri berada pada posisi rentan mengalami kerugian. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan kajian finansial dan sensitivitas usaha pengolahan Kopi Luwak. Survey adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data di lapangan melalui pengamatan dan wawancara terkait pengolahan kopi luwak. Kajian finansial meliputi *Net Present Value (NPV)*, *Benefit Cost Ratio (B/C)*, dan *Payback Period*. Hasil kajian finansial menunjukkan bahwa Usaha Kopi Luwak menguntungkan, karena *NPV* positif, *B/C* lebih besar dari satu, dan *Payback Periode* yang dihasilkan singkat, lebih kecil dari yang direncanakan. Kajian sensitivitas menunjukkan bahwa penurunan harga jual produk dan kenaikan upah-gaji karyawan menjadi faktor produksi yang paling sensitif, sementara kenaikan harga bahan baku merupakan faktor yang tidak sensitif

**Kata kunci:** Kajian Finansial; Kopi Luwak; Sensitivitas.

### ABSTRACT

*Kabawetan District is the center of coffee production in Kepahiang Regency with a distinctive and unique product, namely Kopi Luwak. The Baja Coffee Household Industry is one of the Luwak coffee processing industries. This industry processing green beans, roasting, and ground coffee. The consideration of establishing Baja Coffee was not carried out with considerations of financial study and sensitivity. This condition puts the industry in a vulnerable position to suffer losses. The purpose of this study was to determine the financial and sensitivity of the Luwak Coffee. Survey as research method is used to collecting data in the field through observations, interviews, include Luwak coffee processing. The financial studies are Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B/C), and Payback Period. The results of financial study shown that NPV Positive, B/C is more than one, and the result of Payback Periode is shorter than planned. In terms of sensitivity, the most sensitive factor of production occurs in changes in the selling price decrease and worker's salary increase. Fore awile, the increasing of raw material price is not sensitive.*

**Keywords:** Financial Study; Luwak Coffee; Sensitivity.

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan produk pertanian dari sub sektor perkebunan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Kopi juga menjadi penyumbang devisa negara dari sektor perkebunan terbesar kedua setelah kelapa sawit. Produksi kopi di Indonesia sebanyak 77,69% berupa kopi Robusta dan 22,31% berupa kopi Arabika (Azadi et al., 2015). Salah satu kopi Indonesia yang khas dan unik yaitu kopi luwak. Kemampuan luwak memfermentasi biji kopi dalam pencernaannya ini membuat kopi luwak memiliki harga yang relatif tinggi di pasaran local, regional bahkan menjadi termahal di pasaran internasional (Ariyanto, 2013; Zaidi et al, 2013).

Industri Rumah Tangga (IRT) *Baja Coffee* merupakan salah satu industri pengolahan kopi Luwak. IRT tersebut berlokasi di Kabupaten Kepahiang yang bertempat Di Desa Bandung Jaya, Kecamatan Kabawetan. Industri ini mengolah kopi Luwak dalam bentuk *greenbean, roasted*-sangrai dan kopi bubuk. Produksinya masih terbatas, karena ketersediaan-kelayakan luwak yang digunakan, walaupun harga kopi luwak relatif tinggi. Disamping itu IRT *Baja coffe* mengalami kendala dalam menentukan harga pokok produksi dan penjualannya, menghadapi harga bahan baku dan faktor produksi yang fluktuatif.

Melakukan kajian finansial merupakan cara yang sering dilakukan untuk menilai kelayakan usaha. Sensitivitas pada industri rumah tangga berhubungan dengan kepekaan industri akibat berubahnya nilai input seperti harga bahan baku, biaya tenaga kerja, harga jual, dan nilai investasi lainnya. Rentang sensitivitas ditentukan dengan membuat kemungkinan perubahan pada nilai persentase tertentu. Penelitian-penelitian terdahulu mengenai analisis finansial pada industri pengolahan telah dilakukan oleh Azaddi et al, 2013 pada komoditi Kopi Luwak, Hidayat, et al., (2018) pada komoditi Pisang dan Hidayat., et al. (2018) pada komoditi Jeruk Kalamansi. Penelitian-penelitian tersebut menemukan bahwa pengolahan komoditas tersebut menghasilkan keuntungan berdasarkan analisis finansial yang dilakukan. Berdasarkan kajian finansial tersebut harga pokok produksi dapat ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kajian secara finansial pengolahan kopi Luwak pada Industri Rumah Tangga *Baja Coffee* dan sensitivitasnya terkait terjadinya perubahan faktor produksi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Industri Rumah Tangga *Baja Coffe* Desa Bandung Jaya Kecamatan Kabawetan Kabupaten Kepahiang pada bulan Januari-Februari 2021. Metode survey melalui observasi dan wawancara digunakan sebagai cara untuk mengumpulkan data.

### Alat

Alat bantu penelitian yaitu: Alat tulis kantor (ATK), kalkulator, kamera, laptop, daftar pertanyaan dan software MS. Excel. Penentuan objek penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*). Data yang diamati adalah data berkaitan dengan biaya, produksi dan pendapatan pengolahan bubuk kopi luwak arabika. Data yang telah dikumpulkan, ditabulasi, dan dianalisis secara deskriptif.

### Kajian Finansial

#### *Net Present Value* (NPV)

Suatu bisnis dikatakan layak jika NPV lebih besar dari nol atau positif. *Net Present Value* dapat dihitung menggunakan rumus berikut: (Purwana, dan Hidayat. 2016).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{I_p}{(1+r)^t} - I_0$$

Keterangan :

NPV = *Net Present Value*

$I_p$  = Investasi pada proyek yang di perhitungkan

$I_0$  = Investasi bersih (netto)

$r$  = *Cost of capital* (biaya modal)

$n$  = Umur manfaat

$t$  = Periode waktu

### **Break Even Point (BEP)**

Data yang digunakan untuk menghitung BEP unit dan rupiah, yaitu total biaya tetap dan biaya tidak tetap satuan serta harga jual per unit. Rumus yang digunakan untuk menghitung BEP, yaitu: (Fahmi, 2015)

$$\text{BEP per unit, } X_{BEPunit} = \frac{a}{(c - b)}$$

$$\text{BEP Rupiah } X_{BEPRupiah} = \frac{a}{1-b/c}$$

Keterangan:

a = biaya tetap

b = biaya tidak tetap

c = harga jual per unit

### **Benefit Cost Ratio (B/C)**

B/C merupakan perbandingan antara manfaat bersih yang bernilai positif dengan manfaat bersih yang bernilai negatif. Data yang digunakan untuk menghitung B/C adalah keuntungan dari penjualan kopi luwak bubuk dan biaya produksi kopi luwak bubuk. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung B/C, yaitu: (Azadi, 2015)

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Bt - Ct) > 0}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{(Bt - Ct) < 0}{(1+i)^t}}$$

Keterangan:

Bt = manfaat yang diperoleh setiap tahun

Ct = biaya yang dikeluarkan setiap tahun

n = jumlah tahun

i = tingkat bunga

t = 1, 2, .... n

### **Payback Period (PP)**

*Payback Period* adalah metode yang didasarkan pada jumlah waktu (tahun) yang diperlukan untuk mengembalikan investasi awal (Fahmi, 2015). Semakin kecil periode waktu pengembaliannya, semakin cepat proses pengembalian suatu investasi. Data yang diperlukan adalah nilai investasi dan kas bersih pertahun. Rumus untuk menghitung *payback period*, yaitu: (Purwana, dan Hidayat. 2016).

$$\text{Payback Period (PP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Kas Bersih/tahun}}$$

### **HPP (Harga Pokok Produksi)**

Dalam penelitian ini, metode penghitungan HPP dilakukan dengan menggunakan metode *full costing*. Formula untuk menghitungnya, yaitu sebagai berikut: (Lembajang, 2013)

Biaya Bahan Baku	Xxx	
Biaya Tenaga Kerja Langsung	Xxx	
Biaya Overhead Pabrik Variabel	Xxx	
Biaya Overhead Pabrik Tetap	Xxx	
Harga Pokok Produksi	Xxx	
Biaya Administrasi dan Umum	Xxx	
Biaya Pemasaran	Xxx	
Biaya Komersial	Xxx	+
Total Harga Pokok Produksi	Xxx	

### **Kajian Sensitivitas**

Setelah dilakukan analisis kelayakan finansial dan diperoleh nilai NPV, maka selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas dengan menggunakan metode *switching value*. Analisis *switching value* dapat dilakukan dengan menghitung secara coba-coba perubahan maksimum yang telah terjadi akibat perubahan didalam komponen *inflow* dan *outflow* seperti penurunan produksi atau kenaikan biaya produksi (Nisa, 2014).

Faktor biaya produksi yang digunakan pada penelitian adalah biaya tenaga kerja, harga produk dan biaya bahan baku. Rentang perubahan kenaikan biaya mencapai 90% dari biaya sekarang dan penurunan biaya 90% dari biaya sekarang terhadap nilai NPV. Tingkat sensitivitas dapat dilihat dari nilai NPV positif paling rendah setelah perubahan biaya faktor produksi.

### **Analisis Data**

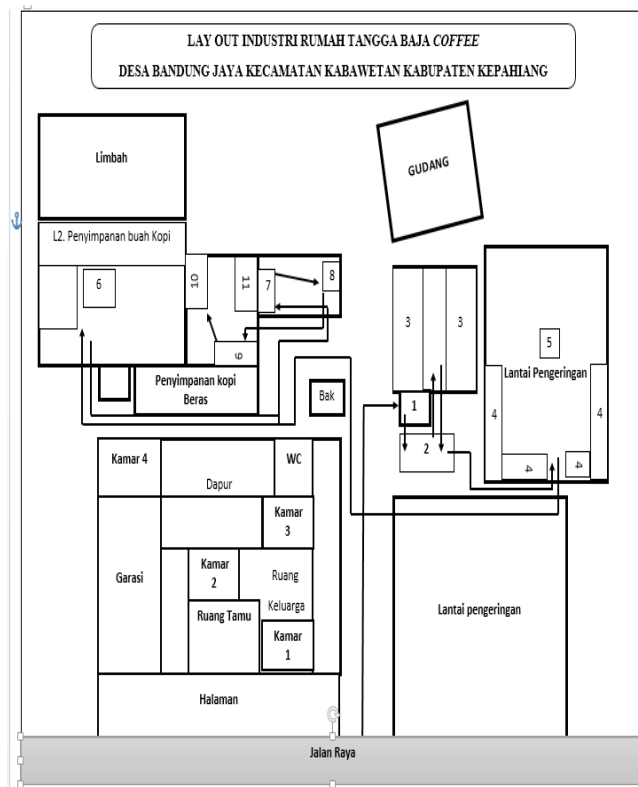
Data yang dihasilkan dari observasi di lapangan, dilakukan tabulasi. Data dan informasi yang telah ditabulasi, diolah menggunakan MS.Excel 2010. Hasil olahan datanya dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Profil Industri Rumah Tangga Baja Coffee**

Industri Rumah Tangga Baja *Coffee* yang bergerak di bidang pengolahan hasil perkebunan berupa buah kopi jenis arabika dan robusta, berdiri sejak tahun 2012. Lokasi

usaha bertempat di kediaman Bapak Suwandi yakni di Desa Bandung Jaya Kadus 2 No 57, Kecamatan Kabawetan, Kabupaten Kepahiang. Hasil olahan bahan baku buah kopi jenis arabika dan Penelitian ini fokus kepada pengolahan kopi arabika menjadi kopi luwak bubuk dikarenakan pengolahan yang unik dengan memanfaatkan hewan Luwak sebagai media fermentasi, serta harga jual produk yang tinggi. Industri Rumah Tangga Baja *Coffee* telah mendapatkan izin dari Dinas Kesehatan Kabupaten Kepahiang: produk kopi robusta bubuk premium P-IRT. No. 5101708010015-24, kopi asalan bubuk P-IRT. No. 2101708020015-24, dan kopi Luwak arabika bubuk premium P-IRT. No. 5101708020015-24. Gambaran proses produksi layout disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak/ *Layout* usaha Baja Coffee

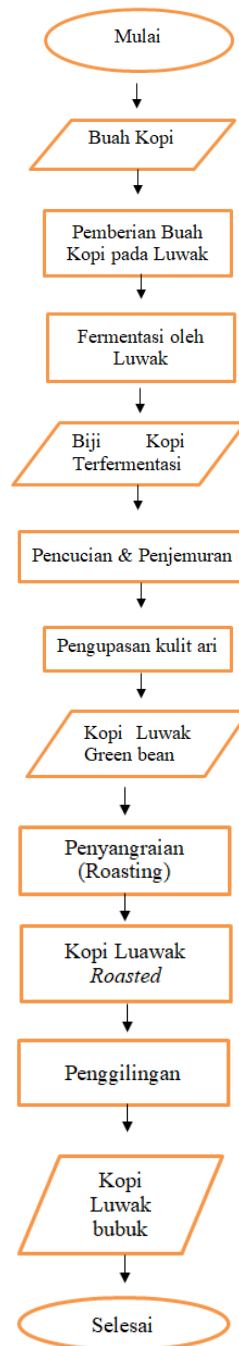
#### 1.1 Keterangan:

- |                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| 1 = Timbangan      | 7 = Mesin Sangrai                  |
| 2 = Bak pencucian  | 8 = Mesin Grinder                  |
| 3 = Kandang Luwak  | 9 = Tempat Pengemasan              |
| 4 = Rak Penjemuran | 10 = Lemari Penyimpanan Bubuk Kopi |
| 5 = Exhouse fan    | 11 = Pallet                        |
| 6 = Mesin Huller   |                                    |

#### ***Proses Produksi***

Proses pengolahan kopi luwak sama dengan pengolahan kopi robusta atau arabika biasa, yang membedakan adalah penggunaan hewan luwak sebagai media fermentasi alami buah kopi serta waktu yang lebih lama. Bahan baku kopi arabika diberikan pada sore atau

malam hari mengikuti kebiasaan Luwak mengkonsumsi makanannya. (Dewi, et al., 2019)  
Diagram alir proses pengolahan Kopi luwak ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Kopi Luwak Arabika Bubuk

### **Pemasaran**

Pemasaran merupakan kegiatan yang harus dilakukan oleh suatu unit usaha produk, Pemasaran bertujuan untuk mendistribusikan atau mempromosikan produk yang dihasilkan ke konsumennya. Industri Rumah Tangga Baja *Coffee* melakukan promosi melalui media cetak maupun elektronik dan telah mulai digagas menggunakan media sosial.

## Aspek Biaya

Biaya produksi adalah semua pengorbanan yang perlu dilakukan untuk suatu proses produksi. Biaya secara umum terdiri dari biaya tetap atau *fixed cost* dan biaya tidak tetap atau *variable cost*. Pada penelitian ini biaya tetap dan tidak tetap dihitung sebagai berikut :

### *Biaya Tetap (Fixed Cost)*

Komponen yang mendukung biaya tetap disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Komponen biaya tetap

No.	Uraian	Biaya / tahun (Rp)
	Upah Pekerja:	72.000.000
1.	Penerimaan bahan baku, sortasi, pencucian, penjemuran, penggilingan, roasting, pengemasan, pemberian pakan luwak, pengumpulan kotoran luwak, pemeliharaan luwak dan kebersihan kandang	
2.	Administrasi: Pembukuan, ATK	6.000.000
3.	Depresiasi: Penyusutan alat dan mesin pengolahan Bangunan	7.963.520
4.	Air PDAM	180.000
	Total Biaya Tetap*	86.143.520

Catatan: \* biaya ntuk semua jenis produksi kopi pada Industri Baja *Coffee*.

### *Biaya Tidak Tetap (Variable cost)*

Biaya tidak tetap dan komponen pendukungnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya tidak tetap Pengolahan Bubuk Kopi Arabika Luwak

No.	Uraian	Satuan	Jumlah/bln	Biaya / tahun
1.	Bahan Baku Kopi: Buah Kopi arabika	Kg	300	Rp18.000.000
2.	Pengemas: Standing pouch (250 gr)	Lembar	96	Rp11.520.000
3.	Perawatan mobil Pick Up		Rp200.000	Rp2.400.000
	Biaya lain-lain:			
	Solar	Liter	15	Rp10.560.000
4.	Bensin	Liter	50	
	Gas	Kg	6	
	Listrik	kwh	221,88	
	Plastik	Pck	5	
	Total Biaya tidak tetap			Rp42.480.000

Catatan: biaya perawatan mobil dan lain-lain merupakan biaya untuk semua produksi kopi.

## Kajian Finansial

Pendapatan dan penjualan (produksi) kopi luwak bubuk arabika pertahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pendapatan Penjualan Kopi Luwak bubuk Arabika

Produksi (bln)	Harga produk	Total pendapatan (bln)	Total pendapatan (th)
1	2	3=(1*2)	4=(3*12)
96	Rp150.000	Rp14.400.000	Rp172.800.000

Total pendapatan selama satu tahun adalah Rp 172.800.000 yang diperoleh dari penjualan kopi bubuk kemasan 250 gram sebanyak 96 kemasan, dengan harga jual Rp 150.000 per kemasannya. Nilai ini di hitung dengan asumsi bahwa seluruh produk bubuk kopi terjual habis setiap bulannya. Berdasarkan asumsi ini, maka nilai pendapatan tahunan digunakan sebagai nilai acuan untuk perhitungan kajian finansial selanjutnya.

Perhitungan kelayakan finansial yang meliputi *net present value* (NPV), *benefit cost ratio* (BC Ratio), *dan payback period* (PBP), *break event point* (BEP) dan harga pokok produksi/penjualan, (HPP) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil studi kelayakan finansial

Perhitungan Finansial	Hasil Hitung	
NPV(Net Present Value)	112.089.624	rupiah
PBP (Pay Back Periode)	45,17	bulan
BC Ratio	1.78	
BEP Rupiah	114.858.027	rupiah
BEP Unit	762	unit
HPP	111.655	per unit

Tabel 4. di atas menunjukkan nilai NPV 112.089.624 yang berarti menunjukkan bahwa industri pengolahan kopi luwak bubuk layak secara finansial.

*Payback period* adalah suatu jangka waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal dana yang sudah dikeluarkan. Semakin sedikit waktunya menunjukkan semakin baik nilai investasinya, dan jika nilainya lebih dari batas waktu produksi, maka berarti tidak dianggap layak untuk dijalankan. Pada penelitian ini, nilai *payback period* dari hasil analisis adalah 45.48 bulan atau 3.79 tahun. Artinya nilai ini jauh lebih kecil dari rentang periode industri yang ditentukan selama 10 tahun, dengan asumsi selama periode tersebut jumlah pemasukan sesuai perhitungan dan tidak terjadi pembiayaan yang memungkinkan berubahnya nilai operasional dan investasi.

Dalam sebuah pengambilan keputusan terhadap kelayakan industri, salah satunya dapat ditinjau dari BC ratio, yakni jika  $B/C \geq 1$ , maka dikatakan bahwa benefit dari proyek tersebut lebih besar daripada biaya/pengorbanan yang dikeluarkan. Sehingga proyek tersebut dapat diterima atau layak (*feasible*). Sebaliknya jika  $B/C < 1$  maka dikatakan bahwa benefit dari proyek tersebut lebih kecil daripada pengorbanannya atau proyek tersebut tidak layak (*not feasible*). Hasil analisisnya menunjukkan bahwa B/C adalah 1.78. Nilai B/C juga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu acuan kelayakan investasinya.

BEP adalah kondisi di mana pemasukan yang diperoleh sama dengan total biaya (total revenue = total cost). BEP juga dapat diartikan sebagai kondisi di mana industri tidak memperoleh untung, tapi juga tidak menanggung kerugian dalam operasinya (total penghasilan = total biaya) atau berada di titik impas. Dengan kata lain bisnis tersebut tidak mendapat laba, juga tidak rugi. Sebuah industri akan dikatakan mengalami Break Even Point (BEP) ketika pendapatan dan total biaya produksi seimbang.

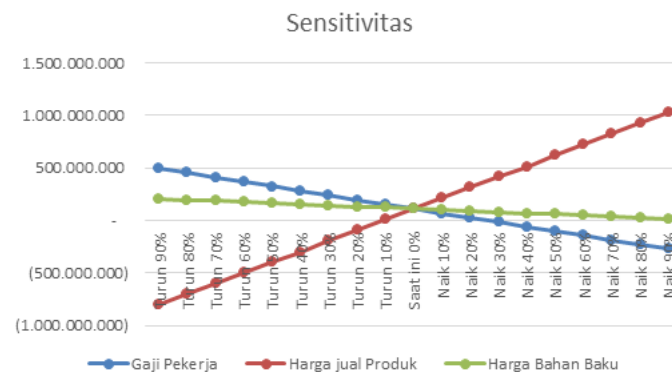
Hasil analisis dalam penelitian ini menunjukkan BEP unit adalah 762 unit, yakni keseluruhan modal investasi dan operasional akan tertutupi jika berhasil menjual sebanyak 762 unit kopi bubuk. Jika dalam satu bulan di hasilkan sebanyak 96 kemasan dan dalam satu tahun menjadi 1.152 unit kemasan bubuk kopi, maka pengeluaran satu tahun tersebut akan impas jika berhasil menjual 762 unit dari total keseluruhan. Sedangkan BEP Rupiahnya yakni Rp114.858.027.

HPP adalah keseluruhan biaya yang diperlukan per setiap unit produk, baik bahan baku, tenaga kerja dan lainnya, akan menghasilkan nilai HPP yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan harga jual yang layak. Salindeho (2015) mengungkapkan bahwa perusahaan menghitung HPP maka dapat diketahui tingkat keberhasilan pembelian dalam menentukan harga bahan baku yang murah dan mutu baik. Pada penelitian ini diperoleh nilai HPP adalah 111.655 yang artinya keseluruhan biaya yang ditanggung untuk menghasilkan satu kemasan kopi bubuk adalah Rp 111.655, dan nilai ini lebih rendah dari harga jual per kemasan yakni Rp 150.000. Nilai HPP yang lebih rendah ini menjadi salah satu pertimbangan dari kelayakan sebuah industri.

### Kajian Sensitivitas

Selain faktor kelayakan finansial, menghitung sensitivitas industri terhadap beberapa perubahan pembiayaan dapat menjadi acuan untuk mengetahui kekuatan industri. Fitria, dkk (2013) menyatakan bahwa perubahan NPV dapat terjadi karena adanya perubahan tertentu seperti perubahan harga bahan baku, jumlah pekerja, gaji pekerja, dan harga jual produk. Kajian sensitivitas dilakukan pada perubahan harga jual produk (kopi bubuk), harga bahan baku (kopi) dan gaji pekerja. Indikator kelayakan yang digunakan dalam sensitivitas adalah hasil perhitungan NPV terhadap perubahan masing-masing faktor.

Perubahan nilai NPV terhadap perubahan biaya faktor gaji pekerja, harga jual produk dan harga bahan baku dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Sensitivitas Nilai NPV

Berdasarkan analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa perubahan faktor produksi terhadap nilai NPV paling sensitif terjadi pada perubahan faktor harga jual produk dengan penurunan 20% menjadi -Rp 91.982.739 yakni pada harga Rp 120.000. perubahan faktor gaji pekerja menjadikan nilai NPV negatif pada perubahan kenaikan 30% yakni Rp15.376.073. Sedangkan sensitivitas nilai NPV terhadap perubahan faktor produksi bahan baku menjadi faktor paling tidak sensitif, karena sampai mengalami kenaikan 90% nilai NPV tetap positif yakni senilai Rp 16.490.351.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian secara finansial, maka usaha pengolahan kopi luwak bubuk ini layak atau menguntungkan. Nilai NPV positif, yaitu sebesar Rp. 112.089.624 (tahun), *Payback Periode* adalah 45.17 bulan atau 3.79 tahun, B/C adalah 1.78. Kajian sensitivitas terkait faktor produksi, menunjukkan bahwa perubahan faktor harga jual produk menghasilkan nilai NPV negative, yaitu pada penurunan 20% dari harga pokoknya, dan kenaikan gaji sebesar 30 % dari gaji yang berjalan. Hasil kajian sensitivitas menunjukkan bahwa faktor produksi terkait bahan baku, sebagai faktor yang tidak sensitif, karena kenaikan sampai dengan 90% dari harganya, nilai NPV masih positif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, D.D., Suhartono, Mastika, I.K., 2013. Pelaksanaan Pengawasan Proses Produksi Kopi Luwak Dalam Upaya Menjaga Kualitas Pada Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara (PTPN) XII (Persero) Kebun Kalista Jampit Bondowoso. *Artikel Ilmiah*. 1-7.
- Dewi, N.M.A.K., Widyastuti, S.K., dan Suatha, I.K.2019. Aktivitas Harian Musang Luwak (*Paradoxurus hermaproditus*) yang Dikandang. *Indonesia Medicus Veterinus*. 8(1): 52-60.
- Fahmi, I. 2015. Matematika Keuangan. *Alfabeta*. Bandung. 296 hal.
- Fitria, M., Affandi, M.I., Nugraha, A. 2013. Analisis Finansial dan Sensitivitas Agroindustri Emping Melinjo Skala Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM). *JIIA*. 1(2): 174-180.
- Hidayat, L., Darmatama, I., Dany, Y., dan Djamilah. 2018. Analisis Teknis dan Finansial Produksi Sirup Kalamansi: Studi Kasus Pada Industri Rumah Tangga “Segar Asri” Kampung Melayu Di Kota Bengkulu. *Jurnal Agroindustri*. 8(1): 11-25.
- Hidayat, L., Koto, H., dan Andanu, O. 2018. Agroindustrial Study of Banana Crackers and Salai Based on Income, Value Added and Break Even Point. *Agritropica: Journal of Agricultural Science*. 1(1):37-46.
- Lambajang, A.A.A. 2013. Analisis Perhitungan Biaya Produksi Menggunakan Metode Variabel Costing PT. Tropica Cocoprima. *Jurnal EMBA*. 1(3): 673-683.
- Nisa, A. S. 2014. “Analisis Kelayakan Usaha Pengolahan Kopi pada Kelompok Usaha Bersama Robusta Akur di Kabupaten Temanggung”. Skripsi. Bogor. *Institut Pertanian Bogor*.
- Nurmala, R. 2010. Studi Kelayakan Bisnis. Bogor. *Institut Pertanian Bogor*.
- Purwana, D., .Hidayat, N. (2016). Studi Kelayakan Bisnis. *PT Rajagrafindo Persada*. Jakarta. 264 hal.
- Salindeho, E.R. 2015. Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi Pada UD. The Sweetets Cookie Manado. *Jurnal EMBA*. 3(1):26-33.

**ZAIDI, R., AZHARI R., HARUN A. 2015. THE ANALYSIS OF BASIC PRICE PRODUCTION IN ENTERPRISES CIVET COFFEE IN LAMPUNG WESTERN DISTRICT. INOVASI PEMBANGUNAN, *JURNAL KELITBANGAN* 03(03): 237-248**

**MICROWAVE-ASSISTED DELIGNIFICATION OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES (OPEFB) FOR PRODUCING BIOADHESIVE AND BIOENERGY FEEDSTOCK**

**Efri Mardawati<sup>1,4,\*</sup>, Selly Harnesa Putri<sup>1</sup>, Didik Wahyu Wijaya<sup>1</sup>, Awaly Ilham Dewantoro<sup>1</sup>, Muhammad Adly Rahandi Lubis<sup>3,4</sup>, Devi Maulida Rahmah<sup>1,4</sup>, and Nova Rachmadona<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology, Universitas Padjadjaran, Jl. Ir. Soekarno Km. 21 Jatinangor, Sumedang, West Java 45363, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Padjadjaran, Jl. Ir. Soekarno Km. 21 Jatinangor, Sumedang, West Java 45363, Indonesia

<sup>3</sup>Research Center for Biomass and Bioproduct, National Research and Innovation Agency, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor, West Java 16911, Indonesia

<sup>4</sup>Research Collaboration Center for Biomass and Biorefinery between BRIN and Universitas Padjadjaran, Jl. Ir. Soekarno Km. 21 Jatinangor, Sumedang, West Java 45363, Indonesia

\*Email: [efri.mardawati@unpad.ac.id](mailto:efri.mardawati@unpad.ac.id)

### **ABSTRAK**

Penerapan konsep teknologi hijau menjadi tantangan baru dalam pengembangan produk biorefineri berbasis tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Hal tersebut perlu diterapkan dalam proses penghilangan kandungan lignin pada TKKS guna memudahkan aksesibilitas terhadap komponen lainnya seperti selulosa dan hemiselulosa. *Pretreatment* menjadi tahapan penting dalam konversi biomassa seperti TKKS menjadi berbagai produk bernilai tambah. Berbagai studi terdahulu menunjukkan penggunaan teknologi iradiasi *microwave* sebagai salah satu contoh penerapan teknologi hijau yang dapat diterapkan ke dalam proses penghilangan lignin pada TKKS. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan penghilangan lignin sehingga didapatkan TKKS dengan kandungan selulosa yang tinggi. Delignifikasi melalui *pretreatment microwave* digunakan dalam penelitian ini dengan memvariasikan waktu iradiasi (20-40 menit) dan jenis pelarut yang digunakan (H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COOH, dan NaOH). Hasil analisis menunjukkan variasi waktu iradiasi dan jenis pelarut berpengaruh signifikan terhadap kandungan lignoselulosa pada TKKS. Tingkat delignifikasi tertinggi didapatkan dari waktu iradiasi selama 40 menit dengan menggunakan pelarut NaOH yaitu terjadi penurunan kandungan lignin sebesar 71,61% dan diperoleh kandungan selulosa tertinggi yaitu sebesar 67,71±0,75%. Adapun TKKS dengan kandungan selulosa yang tinggi dan lignin yang terisolasi dari cairan delignifikasi dapat dikonversi lebih lanjut menjadi produk bioadhesif (selulosa dan lignin teroksidasi) dan produk bioenergi (bioetanol dan bio-oil).

**Kata kunci:** Biomass; Lignoselulosa; *Pretreatment Microwave*; Variasi Pelarut; Waktu Iradiasi.

### **ABSTRACT**

*The implementation of green technology has become a new challenge in the development of biorefinery products based on oil palm empty fruit bunches (OPEFB). These challenges must be implemented during the lignin removal process on OPEFB in order to improve accessibility to other components like cellulose and hemicellulose. Pretreatment is an important stage in the conversion of biomass, such as OPEFB, into various value-added products. The practical application of microwave irradiation technology has been demonstrated in several previous studies as an example of green technology that may be deployed to complete the lignin removal process in OPEFB. The aim of this study was to improve lignin removal in order to produce OPEFB with a high cellulose content. Delignification via microwave pretreatment was carried out in this study by varying the irradiation time (20-40 minutes) and the type of solvent used (H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COOH, and NaOH). The results showed that variations in irradiation time and type of solvent had a significant effect in the lignocellulosic content of OPEFB. The highest level of delignification was obtained from irradiation for 40 minutes using NaOH, with a decrease in lignin content of 71.61%, and the highest cellulose content was obtained as an amount of 67.71±0.75%. OPEFB with high cellulose content and lignin isolated from delignification spent liquors could be further converted into bioadhesive products (e.g., oxidized cellulose and lignin) and bioenergy products (e.g., bioethanol and bio-oil).*

**Keywords:** *Biomass; Lignocellulose; Microwave Pretreatment; Solvent Variation; Irradiation Time.*

## INTRODUCTION

Agro-industrial sector development needs to apply the green technology concept related to environmental improvement and sustainability issues. This sector's activities are known to produce agricultural waste and residues of up to 7.26 trillion tons per year, which are then categorized as biomass waste (Suhartini *et al.*, 2022b) these residues are under-utilized and have a deleterious impact on the environment, Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFBs). Palm oil is one of Indonesia's leading agro-industrial commodities, which contributes greatly to increasing biomass waste, especially oil palm empty fruit bunches (OPEFB), with a disposal rate of up to 34 thousand tons per hour (Harahap *et al.*, 2020a) formic, and citric acid. The OPEFB in the palm oil agro-industry is known to be minimally utilized, so most of it decomposes naturally. According to Sukruansuwan & Napathorn (2018), The left-over buried biomass that naturally decomposes could evaporate as methane, which then becomes one of the causes of global warming.

The existence of OPEFB in the palm oil agro-industry could be valorized into various value-added products through the biorefinery mechanism. Suhartini *et al.* (2022) a high lignin content in OPEFBs may hinder their valorisation to bioenergy resources, as its degradation by microorganisms is rate-limiting. This paper aims to review OPEFB as feedstock in anaerobic digestion (AD) stated the OPEFB-based biorefinery provided bioenergy products (biogas, bioethanol, biobriquettes, etc.), biomaterials (nanocrystal cellulose, bioplastics, bioadhesives, etc.), and value-added bioproducts (xylitol, xylanase, cellulase, etc.) that are useful in related fields. The reason was explained by Mardawati *et al.* (2019) because of the potential lignocellulosic content of OPEFB, which consists of cellulose (43.00–43.47%), hemicellulose (22.93–23.67%), and lignin (21.28–22.10%). These components could be converted into various bioproducts through physical, chemical, or biological bioconversion processes, or a combination thereof. The bioconversion process needs to be preceded by pretreatment in order to increase the accessibility of the components, especially cellulose and hemicellulose.

Pretreatment is an important stage in the bioconversion process of lignocellulosic biomass such as OPEFB. This stage is known as the delignification process because it aims to reduce or remove the lignin content. According to Harahap *et al.* (2020) a formic, and citric acid, pretreatment with an alkaline catalyst could dissolve large amounts of lignin and reduce the crystallinity of cellulose. The crystallinity of cellulose is known to affect its properties and characteristics in order to facilitate its accessibility in the bioconversion process. Different results were obtained by pretreatment using an acid catalyst because the process ran faster and a higher yield of cellulose was obtained (Cheng *et al.*, 2020). The evaluation of the different types of catalysts in the pretreatment of biomass in order to obtain raw materials with minimal lignin content through a fast delignification process is necessary to be carried out.

The pretreatment stage with a fast-running process and environmentally friendly processing is a new challenge in the development of various biomass-based products. According to Aguilar-Reynosa *et al.* (2017), the use of microwave technology could answer these challenges because of its fast-running and low energy consumption. This was proven in the study by Anita *et al.* (2020), who carried out microwave pretreatment with an oxalic acid catalyst for 5–10 minutes and produced OPEFB with a lignin removal rate of up to 50.57%.

The use of an alkaline catalyst in the microwave pretreatment of OPEFB provided lignin removal up to 88.10% with an irradiation time of 9 minutes (Perdana Harahap et al., 2019a). Thus, OPEFB pretreatment assisted by microwave irradiation technology was considered to answer these challenges and practically refers to the application of green technology. The aim of this study was to improve lignin removal in order to produce OPEFB with a high cellulose content. The use of microwaves assisted by acid and alkali catalysts was then evaluated in order to determine the appropriate catalyst to be deployed in OPEFB pretreatment. Then, this research was conducted as a preliminary study on the valorization of OPEFB as a raw material for bioadhesive and bioenergy products. Both types of products are known to have a large potential market value and are urgently demanded by other related fields (Heinrich, 2019).

## METHODS

### Materials

OPEFB as a raw material in this research was obtained from PT. Condong Garut (Garut, Indonesia). The chemicals used consist of  $\text{CH}_3\text{COOH}$  and  $\text{NaOH}$  as solvent catalysts in the pretreatment process and  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (analytical grade, Merck, Singapore) for lignocellulosic assay. The distilled water is obtained from the distillation and deionization processes carried out in the laboratory.

### Instrumentations

Instrumentations used in this study consist of Oven FD 56 (Binder, Tuttlingen, Germany), Disc Mill FFC-15 (Maksindo, Bandung, Indonesia), Sieve Shaker RX-29 (RO-TAP, Ohio, USA), Microwave R-728(S) (SHARP, Shanghai, China), and Waterbath DLAB DWB20-S (MediLab Tech, Constanta, Romania).

### OPEFB Powder Preparation

*The OPEFB preparation was followed by Mardawati et al. (2022) with slight modifications. All parts of OPEFB were cleansed by flowing water and chipped to reduce their size. The OPEFB chip was dried at 60 °C for 24 hours until the moisture content fell to 10%. The dry materials were milled by disc mills and then sieved to obtain powder in the range of 40–60 mesh. After the preparation, the OPEFB powder was kept at room temperature in a sealed bag.*

### Microwave-assisted Pretreatment

The pretreatment procedure was followed Harahap et al. (2020)b with slight modifications. The OPEFB was soaked in various solvents ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , and  $\text{NaOH}$ ) in a 250 mL flask with material loading of 1:10 (w/v). The microwave power was set at 450 W for pretreatment processing for 20–40 minutes of irradiation time. After the pretreatment stage was done, the pretreated OPEFB was separated and rinsed until the filtrate achieved a neutral pH. Then, the OPEFB was dried at 60 °C for 24 hours and stored in a sealed bag before being used in a lignocellulosic content assay.

### Lignocellulosic Content Assay

The assay procedure was the Chesson-Datta method described in Hanifah et al. (2022). One gram of OPEFB powder was soaked in distilled water and then refluxed at 100 °C for

1 hour. One gram of OPEFB powder (a) soaked in 150 mL of distilled water was heated in the waterbath at a temperature of 100 °C for 1 hour. The mixture was separated, and the residue was rinsed with hot water (300 mL). The residue was dried in the oven until the weight was constant (b). The residue was mixed with 150 mL of 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and heated in the waterbath at 100 °C for 1 hour. The mixture was separated and rinsed with 300 mL of distilled water and then the residue was dried (c). The dried residue was soaked with 10 mL of 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at room temperature for 4 hours. After that, 150 mL of 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> was added to the mixture and refluxed in the waterbath for 1 hour. The solid was rinsed with 400 mL of distilled water, heated in the oven at 105 °C, and weighed until it reached a constant weight (d). Finally, the solid was heated until it became ash and weighed (e). The calculation of cellulose, hemicellulose, and lignin followed equations (1), (2), and (3).

$$\text{Cellulose (\%)} = \frac{(c - d)}{a} \times 100\% \quad \dots(1)$$

$$\text{Hemicellulose (\%)} = \frac{(d - e)}{a} \times 100\% \quad \dots(2)$$

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{(b - c)}{a} \times 100\% \quad \dots(3)$$

### Data Analysis

The collected data were analyzed using ANOVA, followed by the Duncan Multiple Range Test (significant level of 5%) that features in IBM® SPSS Statistics 26.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Profile of Lignocellulose Content

The untreated OPEFB contained 48.33±0.18% of cellulose, 26.72±0.23% of hemicellulose, and 23.41±0.23% of lignin. The high cellulose content indicates the potential of OPEFB as a biomass feedstock that could be converted into biorefinery products, i.e., bioethanol and dialdehyde cellulose. This study was higher than the results from Hanifah *et al.* (2022) and Mardawati *et al.* (2022), which analyzed untreated OPEFB as raw material feedstock for bioplastics and bioethanol, as seen in Table 1. The higher lignin content led to more intensive pretreatment techniques to be conducted so the lignin complex broke and could increase the accessibility of cellulose and hemicellulose.

Microwave-assisted pretreatment as a biomass delignification stage has a significant effect on the lignocellulosic content in OPEFB. Table 2 shows changes in the content of cellulose, hemicellulose, and lignin after the pretreatment was carried out. The increased content occurred in the cellulose at a longer irradiation time, while the hemicellulose and lignin contents decreased. According to Kasim & Asben (2022), the longer the microwave irradiation, the more lignin monomer bonds become interrupted and break the crystallinity of cellulose more intensively. The interrupted bonds between lignin monomers then made it easier for the catalyst to carry out hydrolysis reactions in the lignin complex, so that the lignin content could be removed in large amounts.

Table 1. Comparison of the lignocellulosic profile of OPEFB

Lignocellulosic components	% Dry Weight		
	This Study	Hanifah et al. (2022)	Mardawati et al. (2022)
Cellulose	48.33±0.18	39.59±1.37	34.77±1.20
Hemicellulose	26.72±0.23	15.74±3.34	22.55±1.65
Lignin	23.41±0.23	17.57±0.44	10.58±0.64

Different types of catalysts have a significant impact on the changes in the lignocellulosic content of OPEFB. The use of NaOH and CH<sub>3</sub>COOH could break the  $\alpha$ - and  $\beta$ -carbon bonds in the complex structure of lignin. Based on the report from Hidayat *et al.* (2022), the presence of NaOH in water would catalyze the reaction of breaking the phenolic hydroxyl group as a lignin monomer. The same mechanism was shown by CH<sub>3</sub>COOH when delignification occurred, but according to Feng *et al.* (2022), the bond-breaking phenomenon occurred in the benzyl ether bond of lignin. This caused OPEFB delignification to occur partially (Peng *et al.*, 2019). The use of water in the experiment aimed to compare the pretreatment results of deploying either an acid or base catalyst (NaOH and CH<sub>3</sub>COOH) and not using a catalyst (H<sub>2</sub>O).

The highest lignin removal was achieved with the use of a NaOH catalyst and an irradiation time of 40 minutes. This condition maintained the minimum amount of lignin as much as 6.65±1.05% (equal to 71.61% of lignin removal). This is related to the properties of catalysts namely NaOH as a strong base and CH<sub>3</sub>COOH as a weak acid. According to Lo *et al.* (2021), this difference affects the ionization level of the catalyst in water, so that NaOH can be completely ionized and is able to break more carboxyl-phenolic bonds in lignin than CH<sub>3</sub>COOH.

Table 2. Lignocellulosic profile of pretreated OPEFB

Solvent/Catalyst	Irradiation Time (min)	% of Dry Weight		
		Cellulose	Hemicellulose	Lignin
H <sub>2</sub> O	20	49.67 ± 1.63 a	22.09 ± 0.14 e	22.08 ± 0.60 f
	30	50.69 ± 1.35 ab	21.24 ± 0.76 de	19.42 ± 0.01 e
	40	52.52 ± 1.25 bc	20.32 ± 0.22 cd	18.13 ± 0.23 e
2 M of CH <sub>3</sub> COOH	20	53.03 ± 0.21 c	21.68 ± 0.21 e	15.49 ± 1.14 d
	30	53.80 ± 0.07 c	21.45 ± 0.28 e	14.06 ± 1.22 cd
	40	54.60 ± 0.26 c	19.96 ± 0.08 c	12.92 ± 1.22 c
2 M of NaOH	20	64.32 ± 0.86 d	14.35 ± 0.10 b	10.69 ± 1.22 b
	30	66.51 ± 0.99 e	13.51 ± 0.59 ab	8.00 ± 1.22 a
	40	67.71 ± 0.75 e	12.80 ± 0.62 a	6.65 ± 1.05 a

Notes: Different symbols indicated the significant differences regarded to Duncan Multiple Range Test at 5% significant level test.

### Comparison of Lignin Removal Performance

Table 3 shows a comparison of the performance of lignin removal in OPEFB by various pretreatment methods. The results of this study showed a high level of lignin removal

(71.61%) with more effective process conditions. This number was lower than the results of the study by Perdana Harahap *et al.* (2019)b which could remove up to 88.10% of lignin. High microwave power (832.9 W) was deployed in that study and caused the irradiation time to be shorter, it was 8.9 minutes. Lower power usage became the advantage of this study (450 W) because it could save on pretreatment costs, although the irradiation time increased to 40 minutes. The results of other previous studies in Table 3 were deployed superheated steam, biologics, organosolv, peroxide, and autoclave-assisted methods had lower lignin removal performance than this study. This indicated that the results of this study could be applied as a first stage in OPEFB bioconversion, which is cost-effective, takes a short time, and refers to the implementation of green technology.

The high cellulose content provided by pretreatment with a high amount of lignin removal. The cellulose could be further hydrolyzed to increase its purity or to produce glucose to be used as a substrate for bioethanol fermentation. High-purity cellulose could be used as a raw material for bioadhesive products such as dialdehyde cellulose via oxidation mechanisms by periodate ions (Islam *et al.*, 2022). The leftover lignin could be valorized as bio-oil and raw material for wood adhesives such as polyurethane to achieve biorefinery and zero waste concepts (Bajwa *et al.*, 2019).

Table 3. Comparison of lignin removal performance towards pretreatment results of OPEFB

Pretreatment Methods	Process Conditions	% of Lignin Removal	Reference
Superheated Steam and Biological	Laccase produced by <i>Trichoderma versicolor</i> ; T = 180 °C; and t = 60 min.	38.70	Rizal et al. (2018)
Microwave-assisted	2.7% of NaOH; P = 832.9 W; material loading = 1:10 (w/v); and t = 8.9 min.	88.10	Perdana Harahap et al. (2019)b
Biological	<i>Schizophyllum commune</i> ENN1; T = 30 °C; and t = 14 days.	67.90	Arbaain et al. (2019)
Organosolv (50% of Ethanol)	0.07% of H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; T = 210 °C; material loading = 1:10 (w/v); and t = 90 min.	64.94	Mondylaksita et al. (2020)
Autoclave-assisted	30% of NaOH; T = 120 °C; t = 60 min.	67.46	Hartari et al. (2021)
Peroxide	11.03% of MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O; T = 36 °C; material loading 1:30 (w/v); and t = 6.83 h.	38.81	Elizabeth et al. (2022)
Microwave-assisted	2 M of NaOH; P = 450 W; material loading = 1:10 (w/v); and t = 40 min.	71.61	This Study

## CONCLUSION

The different types of solvents used as catalysts and the longer irradiation time affected lignin removal performances. The use of NaOH for 40 minutes of microwave irradiation gave a lignin removal of up to 71.61%, and a high amount of cellulose was produced (67.71 ± 0.75%). The conditions of the microwave-assisted pretreatment in this study were considered effective in lignin removal and referred to the implementation of green technology. The high

yield of cellulose can be used as a feedstock for bioadhesive and bioenergy products, such as dialdehyde cellulose and bioethanol, respectively. The lignin content that has been separated from OPEFB can be valorized as bio-oil and polyurethane in further research.

## REFERENCES

- Aguilar-Reynosa, A., Romani, A., Rodríguez-Jasso, R. M., Aguilar, C. N., Garrote, G., & Ruiz, H. A. (2017). Microwave heating processing as alternative of pretreatment in second-generation biorefinery: An overview. *Energy Conversion and Management*, *136*, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.01.004>
- Anita, S. H., Fitria, F., Solihat, N. N., Sari, F. P., Risanto, L., Fatriasari, W., & Hermiati, E. (2020). Optimization of Microwave-Assisted Oxalic Acid Pretreatment of Oil Palm Empty Fruit Bunch for Production of Fermentable Sugars. *Waste and Biomass Valorization*, *11*, 2673–2687. <https://doi.org/doi.org/10.1007/s12649-018-00566-w>
- Arbaain, E. N. N., Bahrin, E. K., Noor, N. M., Ibrahim, M. F., Ramli, N., & Abd-Aziz, S. (2019). Chemical-free pretreatment of unwashed oil palm empty fruit bunch by using locally isolated fungus (*Schizophyllum commune* ENN1) for delignification. *Food and Bioproducts Processing*, *118*, 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.09.001>
- Bajwa, D. S., Pourhashem, G., Ullah, A. H., & Bajwa, S. G. (2019). A concise review of current lignin production, applications, products and their environment impact. *Industrial Crops and Products*, *139*(February), 111526. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111526>
- Cheng, Y., Mutrakulcharoen, P., Chuetor, S., Cheenkachorn, K., Tantayotai, P., Panakkal, E. J., & Sriariyanum, M. (2020). Recent situation and progress in biorefining process of lignocellulosic biomass: Toward green economy. *Applied Science and Engineering Progress*, *13*(4), 299–311. <https://doi.org/10.14416/j.asep.2020.08.002>
- Elizabeth, L., Widyanti, E. M., Soeswanto, B., Wahyuni, D. S., & Pratiwi, K. D. (2022). Comparison of Oil Palm Empty Fruit Bunch Delignification at Room and Mild Temperature. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, *6*(2), 91. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v6i2.322>
- Feng, C., Zhu, J., Cao, L., Yan, L., Qin, C., Liang, C., & Yao, S. (2022). Acidolysis mechanism of lignin from bagasse during p-toluenesulfonic acid treatment. *Industrial Crops and Products*, *176*(November 2021), 114374. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114374>
- Hanifah, A., Mardawati, E., Rosalinda, S., Nurliasari, D., & Kastaman, R. (2022). Analysis of Cellulose and Cellulose Acetate Production Stages from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) and Its Application to Bioplastics. *Journal of Chemical Process Engineering*, *7*(1), 17–26. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i1.1136>
- Harahap, B. M., Dewantoro, A. I., Maulid, M. R., Mardawati, E., & Yarlina, V. P. (2020) a. Autoclave-assisted weak acid pretreatment of oil palm empty fruits bunches for fermentable sugar production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *443*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012080>
- Harahap, B. M., Sudarman, R., Sajidah, F., Wahyuni, D. M. I., & Sitorus, D. T. (2020)b. Effect of Microwave Pretreatment on Production of Reducing Sugar from Oil Palm

- Empty Fruit Bunches. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 141–152. <https://doi.org/doi.org/10.33795/jtkl.v4i2.159>
- Hartari, W. R., Delvitasari, F., Saron, & Undadraja, B. (2021). Delignification of Oil Palm Empty Bunch with Compressive Heat and Naoh Concentration in Separate Lignosellulose. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012056>
- Heinrich, L. A. (2019). Future opportunities for bio-based adhesives-advantages beyond renewability. *Green Chemistry*, 21(8), 1866–1888. <https://doi.org/10.1039/c8gc03746a>
- Hidayat, M., Aqilah, N. A., & Winata, A. (2022). Pretreatment of Oil Palm Empty Fruit Bunch using Caustic Soda Solution for Lignin Isolation. *Journal of Applied Science and Engineering (Taiwan)*, 25(6), 1025–1030. [https://doi.org/10.6180/jase.202212\\_25\(6\).0013](https://doi.org/10.6180/jase.202212_25(6).0013)
- Islam, N., Rahman, F., Kumar, A., & Hiziroglu, S. (2022). An overview of different types and potential of bio-based adhesives used for wood products. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 112(September 2021), 102992. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102992>
- Kasim, F., & Asben. (2022). Synthesis of Microcrystalline Cellulose at Several Variations in Alpha-Cellulose Hydrolysis Time from Oil Palm Empty Fruit Bunches by Microwave Pre-treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1059(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012079>
- Lo, C.-C., Chang, Y.-W., Chen, Y.-L., Liu, Y.-L., Wu, H.-S., & Sun, Y.-M. (2021). Lignin recovery from rice straw biorefinery solid waste by soda process with ethylene glycol as co-solvent. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 126, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2021.07.030>
- Mardawati, E., Febrianti, E. A., Fitriana, H. N., Yuliana, T., Putriana, N. A., & Suhartini, S. (2022). An Integrated Process for the Xylitol and Ethanol Production from Oil Palm Empty Fruit Bunch ( OPEFB ) Using Debaryomyces hansenii and Saccharomyces cerevisiae. *Microorganisms*, 10(2036), 1–11. <https://doi.org/doi.org/10.3390/microorganisms10102036>
- Mardawati, E., Herliansah, H., Suryadi, E., Hanidah, I. I., Setiasih, I. S., Andoyo, R., Sukarminah, E., Djali, M., Rialita, T., & Cahyana, Y. (2019). Optimization of Particle Size, Moisture Content and Reaction Time of Oil Palm Empty Fruit Bunch Through Ozonolysis Pretreatment. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 98(6), 132–138. <https://doi.org/10.3775/jie.98.132>
- Mondylaksita, K., Ferreira, J. A., Millati, R., Budhijanto, W., Niklasson, C., & Taherzadeh, M. J. (2020). Recovery of high purity lignin and digestible cellulose from oil palm empty fruit bunch using low acid-catalyzed organosolv pretreatment. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050674>
- Peng, J., Abomohra, A. E. F., Elsayed, M., Zhang, X., Fan, Q., & Ai, P. (2019). Compositional changes of rice straw fibers after pretreatment with diluted acetic acid: Towards enhanced biomethane production. *Journal of Cleaner Production*, 230, 775–782. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.155>

- Perdana Harahap, A. F., Aditya Rahman, A., & Gozan, M. (2019)a. Microwave assisted aqueous ammonia pretreatment of oil palm empty fruit bunch: Effect on lignin removal and morphological structure. *Journal of Physics: Conference Series*, 1311(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1311/1/012027>
- Perdana Harahap, A. F., Rahman, A. A., Sadrina, I. N., & Gozan, M. (2019)b. Optimization of pretreatment conditions for microwave-assisted alkaline delignification of empty fruit bunch by response surface methodology. *International Journal of Technology*, 10(8), 1479–1487. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i8.3431>
- Rizal, N. F. A. A., Ibrahim, M. F., Zakaria, M. R., Bahrin, E. K., Abd-Aziz, S., & Hassan, M. A. (2018). Combination of superheated steam with laccase pretreatment together with size reduction to enhance enzymatic hydrolysis of oil palm biomass. *Molecules*, 23(4). <https://doi.org/10.3390/molecules23040811>
- Suhartini, S., Hidayat, N., Rohma, N. A., Paul, R., Pangestuti, M. B., Utami, R. N., Nurika, I., & Melville, L. (2022)a. Sustainable strategies for anaerobic digestion of oil palm empty fruit bunches in Indonesia: a review. *International Journal of Sustainable Energy*, 41(11), 2044–2096. <https://doi.org/10.1080/14786451.2022.2130923>
- Suhartini, S., Rohma, N. A., Mardawati, E., Kasbawati, Hidayat, N., & Melville, L. (2022) b. Biorefining of oil palm empty fruit bunches for bioethanol and xylitol production in Indonesia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154(December 2020), 111817. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111817>
- Sukruansuwan, V., & Napathorn, S. C. (2018). Biotechnology for Biofuels Use of agro - industrial residue from the canned pineapple industry for polyhydroxybutyrate production by *Cupriavidus necator* strain A - 04. *Biotechnology for Biofuels*, 11(202), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1207-8>

## ANALISIS BEBAN KERJA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS OPERATOR *WAREHOUSE* DENGAN METODE *FULL TIME EQUIVALENT* DAN *WORKLOAD ANALYSIS* (STUDI KASUS PT XYZ)

Febri Ana Dwi Sarwindah<sup>1\*</sup>, Wike Agustin Prima Dania<sup>1</sup>, Isti Purwaningsih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

\*Email: [wikedania@ub.ac.id](mailto:wikedania@ub.ac.id)

### ABSTRAK

PT XYZ adalah salah satu *multinational company* yang menyediakan produk untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu departemen di PT XYZ adalah departemen *warehouse* yang melakukan proses, berupa *inbound*, *dispatch*, dan *outbound*. Pada departemen *warehouse*, terdapat permasalahan mengenai kedisiplinan dari operator yang bekerja. Adanya permasalahan tersebut, penelitian ini akan menghitung beban kerja dan produktivitas terhadap operator di *warehouse* pada proses *dispatch* dan *outbound*. Hasil perhitungan beban kerja yang diperoleh akan digunakan sebagai rekomendasi jumlah tenaga kerja. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan produktivitas. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Full Time Equivalent* dan *Workload Analysis*. Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data menggunakan *stopwatch time study*, menentukan *performance rating* dan kelonggaran, pengolahan dan analisis data, penentuan faktor penyebab beban kerja *underload*, dan rekomendasi perbaikan. Hasil perhitungan menunjukkan operator *dispatch* dan *outbound* memiliki beban kerja *underload* (<100%). Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan adalah pengurangan tenaga kerja 1 orang, penambahan *job description*, dan *maintenance* terhadap mesin dan alat yang digunakan. Melalui pengurangan tenaga kerja maka beban kerja akan meningkat hingga 100% sehingga produktivitas juga mengalami peningkatan.

**Kata kunci:** Beban Kerja; *Full Time Equivalent* (FTE); *Stopwatch Time Study*; *Workload Analysis* (WLA)

### ABSTRACT

*PT XYZ is a Food Moving Consumer Goods company that provides products for daily needs. One of the departments at PT XYZ is the warehouse department which performs inbound, dispatch, and outbound processes. In the warehouse department, there are problems regarding the discipline of the operators who work. Given these problems, this study will calculate the workload and productivity of operators in the warehouse during the dispatch and outbound processes. The workload calculation results obtained will be used as a recommendation for the number of workers. In addition, this study aims to provide recommendations for improvements to increase productivity. The method used for this research is Full Time Equivalent and Workload Analysis. The research phase begins with data collection using a stopwatch time study, determining performance ratings and allowances, processing and analyzing data, determining the causes of underload workload, and recommending improvements. The calculation results show that the dispatch and outbound operators have an underload workload (<100%). Recommended improvements that can be made are reducing the workforce by 1 person, adding job descriptions, and maintaining the machines and tools used. By reducing the workforce, the workload will increase by up to 100% so that productivity will also increase.*

**Keywords:** *Full Time Equivalent* (FTE); *Stopwatch Time Study*; *Workload*; *Workload Analysis* (WLA)

## PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya penting yang membantu perusahaan dalam menjalankan aktivitas bisnisnya adalah tenaga kerja. Peran tenaga kerja di perusahaan berbeda-beda sesuai dengan departemen penempatannya. Tenaga kerja memiliki *job description* yang berbeda-beda sesuai jabatan yang diberikan. Dengan adanya *job description* yang dimiliki tenaga kerja berpengaruh terhadap beban kerja yang dimiliki tenaga kerja. Menurut Rizky dan Afrianty (2018) dalam Muslih dan Hardani (2022), beban kerja adalah tugas yang dilimpahkan kepada pekerja untuk diselesaikan pada waktu tertentu dengan memanfaatkan keterampilan yang dimiliki. Beban kerja akan memberikan pengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja. Jika beban kerja terlalu tinggi maupun terlalu rendah akan menurunkan produktivitas. Faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu lingkungan kerja, kesehatan, alat produksi, dan tenaga kerja (Meisya *et al.*, 2022).

PT XYZ adalah salah satu *multinational company* yang memproduksi makanan. Kegiatan di PT XYZ, yaitu penerimaan bahan baku, proses produksi, dan distribusi. PT XYZ memiliki beberapa departemen yang memiliki peran masing-masing. Salah satu departemen di PT XYZ adalah departemen *warehouse*. Definisi dari *warehouse* adalah suatu bangunan yang memiliki fungsi untuk menyimpan bahan baku sebelum diproses maupun bahan jadi sebelum dikirim ke konsumen. Proses yang terjadi di *warehouse*, yaitu penerimaan (*inbound*), pengiriman ke departemen produksi (*dispatch*), dan pengiriman ke konsumen (*outbound*). Berdasarkan kegiatan yang terdapat di PT XYZ diperlukan pengukuran beban kerja karena kedisiplinan operator *dispatch* dan *outbound* perlu ditingkatkan. Dengan demikian, dilakukan pengukuran beban kerja menggunakan metode *Full-Time Equivalent (FTE)* dan *Workload Analysis (WLA)*.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian untuk mengumpulkan data secara langsung adalah metode jam henti atau stopwatch time study. Pengambilan data ini dilaksanakan secara langsung di lokasi yang akan diteliti. Metode stopwatch time study tepat digunakan untuk pekerjaan yang berulang. Pengamatan dilakukan terhadap 10 operator dengan pembagian 6 operator *dispatch* dan 4 operator *outbound*. Pada proses pengamatan dilakukan pencatatan seluruh aktivitas yang dilakukan operator.

Langkah-langkah perhitungan beban kerja dengan FTE dan WLA yaitu sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah, Jumlah Operator, *Job Description*, dan Jumlah Pengamatan.

Identifikasi masalah bertujuan untuk permasalahan yang terjadi di perusahaan. Identifikasi jumlah operator bertujuan untuk menentukan jumlah sampel yang akan diamati. Jumlah operator *warehouse* pada *dispatch* terdapat 6 orang dan *outbound* terdapat 4 orang. Banyak pengamatan yang dilakukan adalah 2 kali setiap shift.

2. Pengamatan dengan Metode *Stopwatch Time Study*

Pengamatan ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai aktivitas produktif dan non-produktif dari operator. Proses pengamatan langsung dilakukan dengan cara pengamat melakukan observasi selama 8 jam kerja dan pengamatan dilakukan pada *shift* 1, 2, dan 3 dengan 2 kali pengamatan.

3. Penentuan *Performance Rating* dan Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Proses penentuan *performance rating* menggunakan metode *Westinghouse* yang melakukan penilaian pada 4 faktor, yaitu *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency*. Melalui keempat faktor tersebut dapat membantu menentukan kewajaran atau ketidakwajaran operator ketika melakukan pekerjaan (Montororing, 2018).

#### 4. Pengolahan dan Analisis Data

##### a) Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang sudah diperoleh seragam atau tidak. Ketika terdapat data yang tidak seragam sebaiknya tidak dilakukan perhitungan tahap berikutnya (Siswanto *et al.*, 2021). Uji kecukupan data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah cukup atau belum.

##### b) Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

Waktu siklus adalah waktu untuk melakukan pekerjaan tanpa mempertimbangkan kelonggaran. Waktu normal adalah perhitungan waktu kerja yang dikalikan rating faktor. Waktu baku adalah waktu untuk menyelesaikan pekerjaan secara wajar pada kondisi yang normal (Fitriadi *et al.*, 2018).

##### c) Analisis dengan Metode *Full Time Equivalent* (FTE) dan *Workload Analysis* (WLA)

Perhitungan nilai FTE dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (Triana *et al.*, 2020). Melalui perhitungan nilai FTE nantinya akan dikonversi menjadi indeks FTE yang bisa menentukan kebutuhan optimal pekerja. Perhitungan dengan metode WLA dapat dilakukan dengan rumus (Putra *et al.*, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Aktivitas Produktif dan Non Produktif

Hasil aktivitas produktif dan non produktif operator *dispatch* dan *outbound* tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1. Persentase Aktivitas Produktif dan Nonproduktif**

Shift	Dispatch				Outbound			
	Operator	Produktif (%)	Non-produktif (%)	Rata-rata (%)	Operator	Produktif (%)	Non-Produktif(%)	Rata-rata (%)
1 (06.00-14.00)	K	62,74	37,26	66,58	W	62,08	37,92	61,15
	L	70,42**	29,58		X	60,21	39,79	
2 (14.00-22.00)	M	62,29*	37,71	64,06	Y	59,58	40,42	59,27
	N	65,83	34,17		Y	58,96*	41,04	
3 (22.00-06.00)	O	64,37	35,63	63,65	Z		33,75	67,19
	P	62,92	37,08		X	68,13**	31,87	
Rata-rata				64,76				62,54

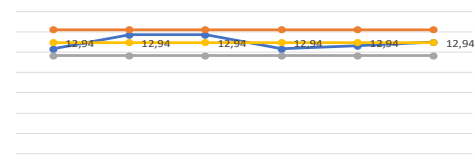
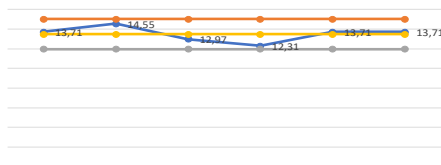
(\*) persentase kegiatan produktif terendah

(\*\*) persentase kegiatan produktif tertinggi

Berdasarkan Tabel 1. rata-rata dari kegiatan produktif yang dilakukan operator *dispatch* sebesar 64,76% dan operator *outbound* sebesar 62,54%. Pada tabel tersebut diketahui bahwa jumlah operator *dispatch* adalah 6 orang yang berbeda. Akan tetapi, pada proses *outbound* terdapat 4 operator dimana terdapat operator yang sama yang diamati yaitu pada *shift* 2 yaitu operator Y yang dilakukan pada hari yang berbeda. Aktivitas produktif memberikan pengaruh pada produktivitas, apabila tenaga kerja banyak melakukan kegiatan diluar *job description* maka aktivitas produktif akan rendah karena tenaga kerja banyak menganggur (Passicot dan Murphy, 2013).

## 2. Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Hasil perhitungan uji keseragaman dan kecukupan data menunjukkan bahwa data yang diambil sudah seragam dan cukup. Data seragam ditunjukkan tidak ada data yang keluar dari batas kendali atas maupun bawah yang dapat dilihat pada Gambar 1. dan Gambar 2. Pada uji kecukupan digunakan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 1. Uji Keseragaman Data Dispatch

Gambar 2. Uji Keseragaman Data Outbound

Uji keseragaman data diperoleh hasil bahwa data telah seragam. Data yang dikatakan tidak seragam adalah data yang keluar dari Batas Kontrol Atas (BKA) ataupun Batas Kontrol Bawah (BKB). Data yang seragam ditunjukkan pada grafik yang tidak melewati BKA dan BKB (Candrianto *et al.*, 2020). Diketahui nilai N adalah 6 dan diperoleh hasil  $N' = 4,29$  pada operator *dispatch* dan pada  $N' = 3,31$  pada operator *outbound*. Berdasarkan hasil tersebut data yang diambil sudah cukup karena nilai  $N' < N$  (Candrianto *et al.*, 2020).

## 3. Hasil Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

Hasil perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 2. untuk *dispatch* dan Tabel 3. untuk *outbound*.

Tabel 2. Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku Proses *Dispatch*

Shift	Operator Dispatch	Ws (menit)	P	Wn (menit)	Wb (menit)
1	K	13,71	1,19	16,32	17,14
	L	14,55	1,06	15,42	16,19
2	M	12,97	1,06	13,75	14,44
	N	12,31	1,06	13,05	13,70
3	O	13,71	1,19	16,32	17,14
	P	13,71	1,18	16,18	16,99
Total		80,97		91,04	95,59

Sumber: Data diolah (2023)

Tabel 3. Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku Proses *Outbound*

<i>Shift</i>	<b>Operator <i>Outbound</i></b>	<b>Ws (menit)</b>	<b>P</b>	<b>Wn (menit)</b>	<b>Wb (menit)</b>
1	W	12,31	1,14	14,03	14,73
	X	13,71	1,06	14,54	15,26
2	Y	13,71	1,06	14,54	15,26
	Y	12,31	1,06	13,05	13,70
3	Z	12,63	1,14	14,40	15,12
	X	12,97	1,06	13,75	14,44
<b>Total</b>		<b>77,65</b>		<b>84,30</b>	<b>88,52</b>

Sumber: Data diolah (2023).

Perhitungan waktu normal diperoleh dari waktu siklus dikalikan dengan faktor penyesuaian. Waktu normal adalah waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang telah memperhatikan faktor penyesuaian (Sitorus dan Alfath, 2017). Waktu baku diperoleh melalui perhitungan dari waktu normal dengan mempertimbangkan *allowance*. Dalam hal ini *allowance* yang digunakan sesuai dengan ketentuan perusahaan, yaitu sebesar 5%. Waktu baku diartikan sebagai waktu yang diperlukan secara wajar oleh operator normal dalam menyelesaikan pekerjaan (Arifin, 2020).

#### 4. Hasil Perhitungan FTE

Metode FTE bertujuan untuk menyederhanakan pengukuran kerja. Hal tersebut dikarenakan hasil perhitungan mengenai jam kerja akan dikonversi menjadi jumlah orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan (Tridoyo dan Sriyatno, 2014).

Tabel 4. Hasil Perhitungan dengan FTE

<i>Shift</i>	<b>Operator <i>Dispatch</i></b>	<b>FTE</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>Operator <i>Outbound</i></b>	<b>FTE</b>	<b>Rata-rata</b>
1	K	0,643	0,692	W	0,654	0,644
	L	0,741		X	0,634	
2	M	0,627	0,660	Y	0,632	0,629
	N	0,693		Y	0,627	
3	O	0,678	0,670	Z	0,700	0,708
	P	0,662		X	0,717	
<b>Total</b>		<b>4,044</b>			<b>3,963</b>	

Sumber: Data diolah (2023).

Hasil nilai FTE operator *dispatch* maupun *outbound* masuk dalam kategori beban kerja *underload*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kusmindari dan Setiawan (2021), beban kerja berdasarkan FTE dibagi menjadi 3 kategori, yaitu *underload*, normal, dan *overload*. Hasil perhitungan FTE tercantum pada Tabel 4. beban kerja dikategorikan *underload* karena berada pada rentang nilai 0 – 0,99 (Yasmin dan Ariyanti, 2018). Berdasarkan hasil perhitungan dengan FTE untuk operator *dispatch* diperoleh nilai indeks FTE 4,044 sehingga dibutuhkan 5 tenaga kerja. Pada operator *outbound* diperoleh hasil indeks FTE 3,963 sehingga dibutuhkan 4 tenaga kerja. Sesuai dengan penelitian Hudaningsih dan Prayoga (2019), nilai FTE 3,0 – 4,0 artinya dibutuhkan 4 tenaga kerja dan nilai FTE 4,0 – 5,0 artinya dibutuhkan 5 tenaga kerja.

## 5. Hasil Perhitungan WLA

*Workload analysis* bertujuan untuk mengetahui beban kerja yang diterima operator. Analisis beban kerja adalah proses untuk menganalisis waktu yang digunakan tenaga kerja dalam menyelesaikan tugas atau pekerjaan yang diberikan dalam kondisi normal (Wicaksono dan Fadillah, 2021).

Tabel 5. Nilai WLA Operator *Dispatch*

Shift	Operator <i>Dispatch</i>	Produktif (%)	P	(1+ allowance)	waktu pengamatan (menit)	WLA (%)	Rata-rata WLA (%)
1	K	62,74	1,19	1,05	480	78,39	78,39
	L	70,42	1,06	1,05	480	78,38	
2	M	62,29	1,06	1,05	480	69,33	71,30
	N	65,83	1,06	1,05	480	73,27	
3	O	64,37	1,19	1,05	480	80,43	79,19
	P	62,92	1,18	1,05	480	77,96	
Total						457,76	
Rata-rata						76,29	

Sumber: Data diolah (2023).

Tabel 6. Nilai WLA Operator *Outbound*

Shift	Operator <i>Outbound</i>	Produktif (%)	P	(1+ allowance)	waktu pengamatan (menit)	WLA (%)	Rata-rata WLA (%)
1	W	62,08	1,14	1,05	480	74,31	70,66
	X	60,21	1,06	1,05	480	67,01	
2	Y	59,58	1,06	1,05	480	66,31	65,97
	Y	58,96	1,06	1,05	480	65,62	
3	Z	66,25	1,14	1,05	480	79,30	77,56
	X	68,13	1,06	1,05	480	75,83	
Total						428,39	
Rata-rata						71,40	

Sumber: Data diolah (2023).

Beban kerja yang diperoleh operator *dispatch* dan *outbound* masuk kategori *underload*. Hal ini sesuai dengan Arifin (2020), bahwa beban kerja dapat dikategorikan *underload* ketika nilainya <100%. Nilai rata-rata dari beban kerja yang diterima operator *dispatch* adalah 76,29% dan operator *outbound* adalah 71,40%. Hasil perhitungan beban kerja dengan metode WLA tercantum pada Tabel 5. dan Tabel 6. Rata-rata beban kerja termasuk pada kategori *low* maka perlu pengurangan tenaga kerja (Astika *et al.*, 2021). Beban kerja yang baik, sebaiknya mendekati 100% atau pada kondisi normal. Menurut Sari *et al.* (2019), jika beban kerja besarnya 100% artinya selama 8 jam kerja, operator mampu bekerja dalam kondisi normal secara terus-menerus. Pada perhitungan dengan WLA untuk kebutuhan tenaga kerja pada *dispatch* diperoleh 5 orang dengan rumus perhitungan Pada *outbound* diperoleh kebutuhan tenaga kerja 3 orang dengan rumus perhitungan

## 6. Hasil Kebutuhan Tenaga Kerja

Tenaga kerja menjadi faktor yang harus diperhatikan jumlah kebutuhannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari ketimpangan beban kerja. Jumlah tenaga kerja akan berpengaruh terhadap keberlangsungan aktivitas produksi (Sulistiana dan Soesatyo, 2013). Jumlah tenaga kerja awal dan kebutuhan setelah perhitungan tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja

Stasiun Kerja	Jumlah Tenaga Kerja Aktual	Jumlah Tenaga Kerja Dibutuhkan	
		FTE	WLA
Dispatch	6	5	5
Outbound	4	4	3
Total Tenaga Kerja	10	9	8

Sumber: Data diolah (2023).

Penentuan rekomendasi jumlah tenaga kerja harus memperhatikan kondisi di perusahaan. Oleh karena itu, rekomendasi jumlah tenaga kerja optimal perlu dilakukan penyesuaian (Tridoyo dan Sriyatno, 2014). Salah satu contoh penyesuaian pada PT XYZ adalah pada proses *dispatch* terdapat aktivitas menurunkan material dari rak dan mengantarkan ke ruang produksi. Dengan demikian, diperlukan 2 operator dalam 1 *shift* untuk melakukan proses *dispatch*. Berdasarkan kedua metode tersebut jika dibandingkan, maka metode FTE lebih sesuai dengan kondisi aktual perusahaan. Penambahan atau pengurangan jumlah tenaga kerja belum tentu sebagai langkah terbaik untuk mengurangi atau meningkatkan beban kerja, tetapi perlu dilakukan penyesuaian pada kondisi aktualnya (Arsi dan Partiwi, 2012). Pada penelitian ini diperlukan pengurangan jumlah operator karena beban kerja yang diterima masih rendah. Dari hasil tersebut ketika proses *dispatch* diselesaikan oleh 5 tenaga kerja maka beban kerja yang diperoleh menjadi 90,95%. Apabila proses *outbound* diselesaikan oleh 3 orang maka beban kerja yang diperoleh menjadi 97%. Artinya ketika beban kerja meningkat mencapai 100% maka produktivitas tenaga kerja juga akan meningkat. Produktivitas kerja karyawan dapat menurun apabila terjadi kelelahan kerja karena beban kerja yang diterima terlalu banyak (Sefullah *et al.*, 2017). Performansi kerja berupa produktivitas dipengaruhi oleh tuntutan tugas dan besarnya kemampuan seseorang untuk menyelesaikan tugas. Menurut Prasnowo *et al.* (2020), apabila rasio tuntutan tugas lebih tinggi ataupun lebih rendah daripada kemampuan seseorang maka produktivitas akan menurun. Oleh karena itu, sesuai konsep dasar ergonomi diperlukan keseimbangan antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja agar produktivitas meningkat (Prasnowo *et al.*, 2020).

## 7. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan diusulkan untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja. Rekomendasi perbaikan dapat berupa perbaikan jangka panjang maupun perbaikan secara langsung (Sudarman *et al.*, 2022). Perbaikan yang dapat direkomendasikan, yaitu dilakukan perhitungan kebutuhan operator dengan hasil pengurangan tenaga kerja 1 orang pada *dispatch* untuk metode WLA dan pengurangan 1 orang pada *dispatch* dan *outbound* untuk metode FTE, penambahan *job description*, dan memberikan target jumlah *outbound*. Hasil dari pengurangan tenaga kerja akan meningkatkan produktivitas operator. Ketika seorang operator dapat menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang lebih cepat dapat dikatakan produktivitasnya juga meningkat. Lama waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dapat menjadi indeks produktivitas kerja.

## KESIMPULAN

1. Beban kerja rata-rata yang diterima oleh operator *dispatch* adalah 76,29% dan operator *outbound* adalah 71,40% dan masuk dalam kategori *low* atau *underload*.
2. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan adalah pengurangan tenaga kerja 1 orang, penambahan *job description*, menentukan target jumlah *outbound*. Ketika seorang operator dapat menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang lebih cepat dapat dikatakan produktivitasnya juga meningkat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT XYZ dimana tempat penelitian ini dilakukan, kepada semua pihak yang terlibat dan ikut serta membantu penulis selama melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin H. 2020. Penerapan metode analisis beban kerja untuk meningkatkan produktivitas di bagian case assy up di PT. Yamaha Indonesia. *Jurnal Teknoin*. 26(2): 86-87
- Arsi RM, Partiwi SG. 2012. Analisis beban kerja untuk menentukan jumlah optimal karyawan dan pemetaan kompetensi karyawan berdasar pada job description (studi kasus: jurusan teknik industri, its, surabaya). *Jurnal Teknik ITS*. 1(1): A526-A529
- Astika IMJ, Bastari A, Suharyo OS. 2021. Workload environment analysis and optimization of the number personnel of ships using WLA methods. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies IJPSAT*. 27(1): 180–189
- Candrianto, Ningsih R, Satrianto A, Lubis RF. 2020. Analisis beban kerja dan jumlah tenaga kerja pada bagian bahan baku menggunakan metode workload analysis. *Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*. 1(1): 41-42
- Fitriadi, Putra G, Abdullah A. 2018. Penentuan jumlah tenaga kerja optimal melalui pengukuran waktu baku dengan menggunakan metode stopwatch time study pada pembuatan batu bata press (studi kasus UD. Tiga Setangkai Kabupaten Nagan Raya). *Jurnal Optimalisasi*. 4(2): 64-65
- Irawati R, Carrollina DA. 2017. Analisis pengaruh beban kerja terhadap kinerja karyawan operator pada PT Giken Precision Indonesia. *Jurnal Inovasi dan Bisnis*. 5 (1): 53
- Meisya C, Fajriah N, Sari S. 2022. Effect of work environment and workload on employee performance. *Journal of Industrial Engineering Management*. 7(2): 102-103
- Montororing YDR. 2018. usulan penentuan waktu baku proses racking produk amplimesh dengan metode jam henti pada departemen powder coating. *Jurnal Teknik*. 7 (2): 55
- Muslih, Harnai ETS. 2022. Effect of work environment and workload on employee performance. *International Journal of Economics, Social Science, Entrepreneurship and Technology (IJESET)*. 1(1): 25-26
- Passicot P, Murphy GE. 2013. Effect of work schedule design on productivity of mechanised harvesting operations in Chile. *Journal of Forestry Science*. 43(2): 2-3
- Prasnowo MA, Findiastuti W, Utami ID. 2020. Ergonomi Dalam Perancangan dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sandal. Scopindo Media Pustaka, Surabaya.

- Putra S, Handoko F, Haryanto S. 2020. Analisis beban kerja menggunakan metode workload analysis dalam penentuan jumlah tenaga kerja yang optimal di CV. Jaya Perkasa Teknik, Kota Pasuruan. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*. 3(2): 83
- Saefullah E, Listiawati, Amalia AN. 2017. Pengaruh beban kerja dan stres kerja terhadap produktivitas kerja karyawan. *Jurnal Akademia*. 15 (2): 118
- Siswanto, Widodo EM, Rusdijijati R. 2021. Perancangan Alat Pengupas Salak dengan Pendekatan Ergonomi Engineering. *Borobudur Engineering*. 1 (1): 28-30
- Sitorus E, Alfath N. 2017. Optimasi jumlah tenaga kerja berdasarkan waktu standard. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. 19(2): 11
- Sudarman S, Susanti N, Fitri R. 2022. Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Mitra Cendekia Media, Solok.
- Sulistiana SD, Soesatyo Y. 2013. Pengaruh jumlah tenaga kerja dan modal terhadap hasil produksi industri kecil sepatu dan sandal di Desa Sambiroto Kecamatan Sooko Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*. 1(3): 4
- Triana NE, Wijaya FABS, Lesmana SA. 2020. measuring workforce quantity by using workload analysis and full time equivalent method. *Journal of Scientific and Engineering Research*. 7 (7): 105
- Tridoyo, Sriyanto. 2014. Analisis beban kerja dengan metode full time equivalent untuk mengoptimalkan kinerja karyawan pada PT Astra International Tbk-honda sales operation Region Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*. 3(2): 2
- Wicaksono S, Fadillah AM. 2021. Implementation of full time equivalent method in determining the workload analysis of logistics admin employees of PT X in Jakarta, Indonesia. *European Journal of Business and Management Research*. 6(5): 159-160
- Yasmin ZA, Ariyanti S. 2018. Analisis beban kerja pada maintenance bd-check dengan metode full time equivalent. *Jurnal ilmiah Teknik Industri*. 6(1): 56

## SISTEMATIK LITERATUR REVIEW MANAJEMEN NUTRISI TANAMAN MELALUI APLIKASI PEMUPUKAN UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PISANG: ANALISIS BIBLIOMETRIK

**Bambang Hariyanto<sup>1,3\*</sup>, Irfan Suliansyah<sup>2</sup>, Yusniwati<sup>2</sup>, Agus Sutanto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manih, Padang 25163,  
Sumatra Barat, Indonesia;

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manih, Padang 25163,  
Sumatra Barat, Indonesia;

<sup>3</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta – Bogor, Cibinong  
Kabupaten Bogor 16915, Indonesia;

\*Email:bengbenghariyanto88@gmail.com

### ABSTRAK

Manajemen unsur hara melalui pemupukan diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pisang dengan memperhatikan adanya keragaman varietas, ekologi tempat tumbuh tanaman pisang dan permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan budidaya pisang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan literature review tentang perkembangan dan pemetaan dari publikasi penelitian terutama tentang manajemen unsur hara tanaman melalui pemupukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang dengan menggunakan analisis bibliometrik. Untuk tujuan ini, 998 artikel yang diterbitkan antara tahun 2012 - 2022 dari database Google Scholar digunakan dalam penelitian ini. Kata kunci yang digunakan yaitu pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan software VOSviewer untuk menentukan tren umum (pemetaan) dari topik penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan jumlah penelitian tentang tema aplikasi pupuk organik, pupuk bio-organik, pupuk anorganik, kombinasi pupuk organik dan anorganik, plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), drip irigasi dan fertigasi, inokulasi mikroorganisme dan manajemen nutrisi tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang.

**Kata kunci:** analisis bibliometrik; hasil; pertumbuhan; pupuk; tanaman pisang

### ABSTRACT

*Nutrient management through fertilization is required to promote the growth and production of banana plants while considering the banana plant diversity, the ecology of the plant growing area, and the issues faced in banana crop development. The aim of this research was to conduct an in-depth review of the literature on the development and mapping publication of research, particularly on plant nutrient management through fertilization to improve the growth and yield of banana plants, by conducting bibliometric analysis. This study used 998 articles from the Google Scholar database published between 2012 and 2022 for this purpose. Fertilizer, growth, yield, bananas, and fruit were used as keywords, which were then evaluated using VOSviewer software to identify the overall pattern (mapping) of this research issue. The findings revealed an increase in the number of studies on the utilization of organic fertilizers, bio-organic fertilizers, inorganic fertilizers, combinations of organic and inorganic fertilizers, plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), drip irrigation and fertigation, microorganism inoculation, and plant nutrition management to improve growth and banana yields.*

**Keywords:** banana plant; bibliometric analysis; fertilizer; growth; yield

## PENDAHULUAN

Tanaman pisang merupakan buah segar yang banyak digemari karena kandungan gizi yang tinggi dan bermanfaat bagi kesehatan sehingga menjadikan buah ini sebagai salah satu buah unggulan tanaman hortikultura. Tanaman pisang termasuk tanaman monokotil dengan famili *Musaceae* yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Rouard *et al.*, 2021). Tanaman ini memiliki kurang lebih 1600 aksesori dan 325 kultivar, dapat tumbuh di berbagai kondisi lingkungan yang berbeda dan buahnya dikonsumsi sebagai buah segar di negara tropis dan subtropis termasuk di Indonesia (Varma and Bebbler, 2019; Van den Houwe *et al.*, 2020).

Produksi tanaman pisang dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik seperti salinitas, kekeringan, kesuburan tanah yang rendah dan suhu (Tingnam *et al.*, 2023). Menurut Mahalakshmi *et al.*, (2016) menyatakan bahwa ketersediaan air, kesuburan tanah, gulma, serangga dan varietas tanaman merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produksi tanaman pisang. Dalam pengembangan dan produksi tanaman pisang terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi antara lain fluktuasi harga, biaya transportasi yang tinggi, terbatasnya informasi permintaan dan kebutuhan tanaman pisang, kerugian yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang merugikan, kurangnya jumlah tenaga kerja saat waktu yang dibutuhkan, tingginya biaya bahan kimia dalam pengendalian hama dan penyakit, kurangnya pengetahuan tentang teknik budidaya, pengairan dan fasilitas kredit, serangan hama dan penyakit, ketersediaan benih yang terbatas dan kurangnya pengetahuan tentang cara pemupukan (Gulkari *et al.*, 2017; Mungalpara *et al.*, 2017; Nallaraju and Pushpa, 2018; Maheswaran *et al.*, 2022; Sakthiganesh and Dineshkumar, 2022).

Beberapa upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman pisang telah dilakukan seperti penggunaan teknologi tepat guna dan perluasan lahan untuk meningkatkan produksi tanaman pisang (Saravanapandeeswari and Vanitha, 2018). Upaya meningkatkan produksi tanaman pisang dilakukan untuk memberikan dampak positif dan bernilai ekonomi seperti pengolahan makanan yang berbasis pisang dan hal ini harus diikuti dengan peningkatan kualitas produksi dan mutu buah pisang (Hapsari *et al.*, 2017). Upaya lain untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pisang dilakukan dengan manajemen unsur hara yaitu melalui pemupukan. Aplikasi pupuk yang diberikan dapat berasal dari bahan organik, mineral (kimia) atau kombinasi bahan organik dan mineral (Gonzalez *et al.*, 2020; Zang *et al.*, 2020; Muhidin *et al.*, 2022; Gouda *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2022). Jumlah dan dosis unsur hara, waktu dan cara aplikasi pemupukan yang dipilih tergantung pada varietas atau kultivar tanaman pisang yang dibudidayakan, kandungan unsur hara dalam tanah dan kondisi lingkungan. Kuantitas dan jenis pupuk yang diberikan ditentukan dari analisis hara tanah dimana komposisi hara dan adanya unsur hara yang berkurang karena pencucian dan penyerapan oleh tanaman merupakan faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi pemupukan (Bley *et al.*, 2017; Umesha *et al.*, 2017).

Teknik aplikasi pemupukan yang tepat dapat menyebabkan peningkatan ketersediaan sumber hara alami di dalam tanah dan dapat membantu dalam manajemen unsur hara bagi tanaman untuk meningkatkan produksi tanaman pisang (Guimaraes *et al.*, 2020). Pengaruh lingkungan akibat pemupukan yang tidak tepat dapat menyebabkan pencemaran tanah (keracunan logam berat) diikuti dengan terjadinya emisi gas rumah kaca, pencucian nitrat ke air tanah yang dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Umesha *et al.*, 2017). Beberapa penelitian tentang pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas

tanaman pisang telah dilakukan seperti penggunaan kompos organik sebagai pengganti pupuk mineral (Helaly and El-Hoseiny, 2017), aplikasi pupuk fosfor (Mesquita *et al.*, 2018), efisiensi hara dan partisi hara makro dalam pemupukan (Deus *et al.*, 2020), optimalisasi pengelolaan kesuburan tanah melalui aplikasi pupuk organik (Meya *et al.*, 2020), aplikasi pupuk nitrogen dan kalium (Islam *et al.*, 2020), penggunaan media dan komposisi pupuk (Utomo *et al.*, 2021).

Berdasarkan informasi diatas, untuk mengetahui secara mendalam tentang perkembangan dan pemetaan topik penelitian tentang manajemen unsur hara melalui pemupukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang maka dalam tulisan ini digunakan analisis bibliometrik.

## **METODE PENELITIAN**

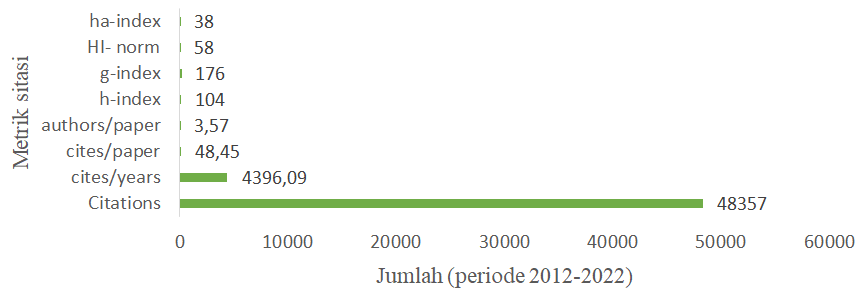
Artikel ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tentang manajemen unsur hara melalui aplikasi pemupukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang yang dikumpulkan dari database berasal dari Google Scholar dan software Publish or Perish digunakan sebagai pengelola referensi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) mengumpulkan informasi publikasi ilmiah dengan menggunakan Publish or Perish (diperoleh 998 publikasi); (2) menganalisis data bibliometrik setelah data terkumpul dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel; (3) melakukan analisis bibliometrik dengan menggunakan aplikasi software Vosviewer (4) melakukan evaluasi komputasi dalam memetakan topik penelitian yang dilakukan dan ; (5) melakukan review artikel jurnal dengan istilah “tanaman pisang” (90 publikasi jurnal).

Perangkat lunak Publish or Perish digunakan untuk mencari artikel yang diterbitkan berdasarkan kata kunci yang digunakan yaitu pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah. Pencarian data artikel publikasi yang digunakan untuk jurnal ini dilakukan pada bulan Mei 2023 dari artikel yang diterbitkan pada tahun 2012-2022. Vosviewer digunakan untuk merepresentasikan data dalam tiga network yaitu network visualization (visualisasi jaringan), overlay visualization (visualisasi overlay) dan density visualization (visualisasi densitas). Kata kunci yang digunakan minimal empat kali muncul pada judul dan abstrak dan item kata kunci yang tidak relevan dengan topik penelitian dihilangkan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Data Publikasi Tahun 2012 - 2022 Berdasarkan Database Google Scholar**

Pencarian publikasi jurnal dari database Google Scholar periode tahun 2012 - 2022 dilakukan dengan menggunakan Publish or Perish dengan kata kunci, antara lain pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang, dan buah. Hasil pencarian yang diperoleh selanjutnya disimpan dalam format file ris yang berisi data yang meliputi jumlah total sitasi, pengarang, judul artikel yang dipublikasi, tahun terbit jurnal, nama jurnal, penerbit artikel, peringkat dan link website jurnal. Gambar 1 menunjukkan metrik sitasi yang terkait dengan topik penelitian dengan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah selama periode tahun 2012 - 2022. Dari data pada Gambar 1 diperoleh 998 publikasi, 48.357 sitasi, 4396,09 sitasi/tahun, 48,45 sitasi/makalah, 3,57 jumlah pengarang/makalah, h-index 104, g-index 176, HI, norma 58 dan ha- indeks 38.



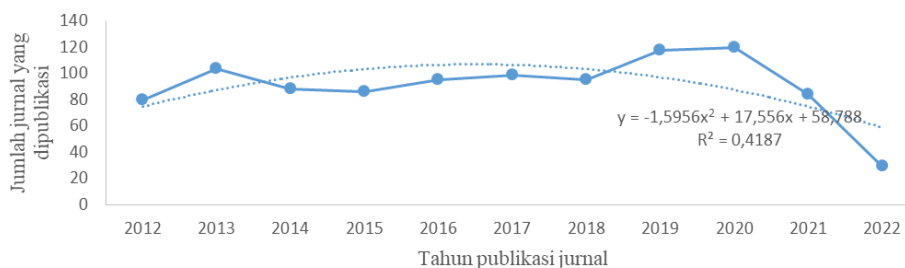
Gambar 1. Metrik sitasi dari topik penelitian dengan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah selama periode 11 tahun dari tahun 2012 - 2022.

### Perkembangan Jumlah Publikasi Berdasarkan Topik Penelitian Periode Tahun 2012 - 2022

Gambar 2 menunjukkan jumlah jurnal yang dipublikasi setiap tahun dari tahun 2012-2022 sedangkan Gambar 3 terlihat adanya hubungan antara jumlah jurnal yang diterbitkan dan tahun publikasi berdasarkan topik penelitian yang membentuk kurva kuadratik dari tahun 2012 hingga 2022. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah publikasi yang diperoleh berfluktuasi. Jumlah publikasi dengan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah meningkat pada tahun 2013 sebanyak 104 publikasi dan kemudian turun hingga tahun 2018 menjadi 95 publikasi. Selanjutnya jumlah publikasi terjadi peningkatan pada tahun 2019 dan 2020 yaitu 118 dan 120 publikasi. Selama tahun 2021 - 2022 terjadi penurunan publikasi yaitu menjadi 84 publikasi pada tahun 2021 dan 29 publikasi pada tahun 2022. Dari data yang diperoleh dalam penelitian ini didapatkan persamaan  $y = -1,55956 x^2 + 17,556 x + 58,788$  dengan nilai  $R^2 = 0,4187$  antara jumlah jurnal yang dipublikasi dengan tahun publikasi jurnal berdasarkan topik penelitian (Gambar 3).



Gambar 2. Jumlah jurnal yang dipublikasi dari tahun 2012 - 2022 dengan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah.



Gambar 3. Regresi kuadratik dari jumlah publikasi jurnal dan tahun publikasi jurnal berdasarkan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah tahun 2012 - 2022.

## Visualisasi Analisis VosViewer dengan Kata Kunci: Pupuk, Pertumbuhan, Hasil, Pisang dan Buah

Vosviewer digunakan untuk membuat peta bibliometrik dan linknya dari data jurnal yang diperoleh dari kata kunci pada topik penelitian. Representasi visual pemetaan terkait topik penelitian ini terdiri dari 79 item dan 10 Klaster, yaitu:

- a. Klaster 1 meliputi 12 item: agricultural waste, animal feed, banana residue, biogas yield. Cattle manure, fermentation, fruit waste, grass, legume, ripe fruit, substrat dan vegetable waste.
- b. Klaster 2 memiliki 12 item: adoption, banana farmer, banana field, banana grower, fhia, fusarium oxysporum, important fruit, mechanism, phartenocarpy, pollination, seed dan total fruit.
- c. Klaster 3 terdiri dari 11 item: bacillus, field condition, fruit length, growth regulator, pgpr, quality parameter, rhizobacteria, rhizobacterium, seaweed, sustainable agriculture dan synthetic fertilizer.
- d. Klaster 4 meliputi 9 item: azotobacter, banana pseudostem, banana pseudostem sap, economic analysis, inorganic fertilizer, soil amendment, stem dan ton.
- e. Klaster 5 memiliki 8 item yaitu banana fruit, black leaf streak disease, black sigatoka, climacteric fruit, cultural practice, fungicide, maturation dan phosphorus.
- f. Klaster 6 terdiri dari 7 item yaitu banana peel waste, bunch weight, contrast, cow manure, large quantity, smallholder dan sugar.
- g. Klaster 7 meliputi 6 item: endophytic bacterium, growth promotion, micropropagated banana, potensial use, sand dan sustainable management.
- h. Klaster 8 terdiri dari 5 item: bag, carbon footprint, farm, major fruit dan paper.
- i. Klaster 9 memiliki 5 item: anaerobic digestion, banana stem, biogas, biogas production dan natural fertilizer.
- j. Klaster 10 meliputi 4 item: banana fusarium, banana orchard dan bioorganic fertilizer.

Terdapat tiga jenis visualisasi pemetaan bibliometrik dalam penelitian ini yaitu network visualization, overlay visualization dan density visualization. Pemetaan bibliometrik menggunakan Vosviewer berdasarkan network visualization menunjukkan bahwa setiap istilah memiliki keterkaitan sehingga membentuk jaringan yang saling berhubungan. Menurut Nandiyanto *et al.*, (2021), Al Husaeni and Nandiyanto, (2022a) menyatakan bahwa masing-masing istilah tersebut berkaitan dengan kata kunci dan abstrak artikel yang relevan dengan topik penelitian yang ditunjukkan dengan bentuk lingkaran berwarna. Lingkaran berwarna berukuran lebih besar yang dihasilkan menunjukkan bahwa jumlah abstrak dan kata kunci dari jurnal yang dipublikasi semakin sering keluar (dipublis) begitu pula sebaliknya. Dari hasil pemetaan bibliometrik berdasarkan network visualization ini diperoleh 72 item, 10 klaster, 177 link dan 212 total link strength (Gambar 4).

Guo *et al.*, (2021) menyatakan bahwa pemetaan analisis bibliometrik menggunakan Vosviewer menurut visualisasi overlay menunjukkan adanya pembaharuan dalam penelitian dimana terdapat istilah-istilah yang berhubungan dengan istilah lain yang ditandai oleh adanya warna terang (kuning). Warna ini menjadi semakin gelap (ke kiri) menunjukkan bahwa penelitian ini tidak update. Visualisasi pemetaan bibliometrik dengan Vosviewer



## Dua puluh Artikel Paling Banyak Disitasi dengan Kata Kunci: Pupuk, Pertumbuhan, Hasil, Pisang dan Buah Tahun 2012-2022

Tabel 1 menunjukkan daftar 20 publikasi yang paling banyak disitasi dari 998 publikasi jurnal dan data yang diperoleh terdiri dari judul jurnal, tahun publikasi, jumlah kutipan dan referensi. Oleh karena banyaknya artikel yang dipublikasi maka review dari publikasi literatur dilakukan pada publikasi yang paling sering digunakan yang terkait dengan istilah “tanaman pisang” yang diperoleh 90 artikel yang dijelaskan secara rinci pada Tabel 2-5.

Tabel 1. Dua puluh jurnal dan penulis paling banyak disitasi selama tahun 2012-2022.

No	Judul jurnal	Tahun publikasi	Jumlah sitasi	Referensi
1	A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation	2013	122	Gurav and Jadhav, 2013
2	Banana production and productivity enhancement through spatial, water and nutrient management	2012	62	Mustaffa and Kumar, 2012
3	Organic fertilizer, but not heavy liming, enhances banana biomass, increases soil organic carbon and modifies soil microbiota	2019	62	Zhang et al., 2019
4	Influences of organic manures and amendments in soil physiochemical properties and their impact on growth, yield and nutrient uptake of banana	2014	48	Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014a
5	Effect of the combination of bio-organic fertilizer with <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> NJN-6 on the control of banana <i>Fusarium</i> wilt disease, crop production and banana rhizosphere culturable microflora	2015	39	Shen et al., 2015
6	Influence of fertigation scheduling through drip on growth and yield of banana in western Maharashtra	2013	33	Pawar and Dingre, 2013
7	Effect of spraying silicon and seaweed extract on growth and fruiting of grandnaine banana	2014	29	Roshdy, 2014
8	Nutrient imbalance and yield limiting factors of low input East African highland banana ( <i>Musa</i> spp. AAA-EA) cropping systems	2013	28	Ndabamenye et al., 2013
9	Sensory and physico-chemical quality of banana fruits “Grand Naine” grown with biofertilizers.	2012	25	Vázquez-Ovando et al., 2012
10	Effect of drip fertigation on yield, water use efficiency, and nutrients availability in banana in West Bengal, India	2016	24	Pramanik et al., 2016
11	Optimizing soil fertility management strategies to enhance banana production in volcanic soils of the Northern Highlands, Tanzania	2020	21	Meya et al., 2020
12	Productivity and quality of banana in response to chemical fertilizer reduction with bio-organic fertilizer: Insight into soil properties and microbial ecology	2021	19	Li et al., 2021

No	Judul jurnal	Tahun publikasi	Jumlah sitasi	Referensi
13	Effects of organic and inorganic fertilizers addition on growth and yield of banana ( <i>Musa</i> AAA cv. Malindi) on a saline and non-saline soil in Oman	2013	19	Al-Busaidi, 2013
14	Organic fertilizer application and Mg fertilizer promote banana yield and quality in an Udic Ferralsol	2020	18	Zhang et al., 2020
15	Growth, yield and quality of vegetable banana Monthan (Banthal-ABB) in relation to NPK fertigation	2012	18	Kumar et al., 2012
16	Effect of nitrogen and potassium fertilization on banana plants cultivated in the humid tropical Amazon	2017	18	Fratoni et al., 2017
17	Growth, yield, quality and irrigation water use efficiency of banana under drip irrigation and fertigation in the gangetic plain of West Bengal	2016	17	Pramanik and Patra, 2017
18	Effect of organic manures and amendments on quality attributes and shelf life of banana cv. Grand Naine	2014	17	Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014b
19	Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient concentrations in plantain ( <i>Musa</i> spp.) fruit pulp	2012	17	Ndukwe et al., 2012
20	Fertilization with nitrogen and potassium in banana cultivars 'Grand Naine', 'FHIA 17' and 'Nanicão IAC 2001' cultivated in Ribeira Valley, São Paulo State	2017	16	Nomura et al., 2017

Jurnal yang paling banyak disitasi dari tahun 2012 - 2021 yaitu berkisar 16 -122 sitasi dan jurnal yang dipublikasi oleh (Gurav dan Jadhav 2013) memiliki sitasi tertinggi. Jurnal ini mempelajari tentang pemanfaatan limbah bulu dari unggas sebagai bahan organik untuk meningkatkan kualitas tanah dan produksi tanaman. Hasil temuan ini dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dalam pertanian sekaligus mengurangi masalah pengelolaan limbah. Metode ini dapat mengurangi limbah yang resistensi dan menghasilkan produk pupuk organik sebagai topik penelitian lebih lanjut yang dapat dikomersialisasi skala besar. Publikasi lainnya dalam penelitian ini menjelaskan pentingnya manajemen nutrisi, pengairan, penggunaan pupuk dan aplikasi pemupukannya yang beragam serta pengaruhnya terhadap karbon organik tanah, sifat tanah, mikrobiota, serapan dan ketersediaan hara, efisiensi penggunaan air, pembuahan, pertumbuhan, hasil, kualitas fisiko-kimia dan produktivitas tanaman pisang. Hasil penelitian tentang pengaruh aplikasi kombinasi pupuk bio-organik dan *Bacillus amyloliquefaciens* NJN-6 untuk menghambat penyakit layu *Fusarium* pisang, hasil panen dan mikroflora yang dapat dikulturkan di perakaran tanaman pisang pisang dilaporkan oleh Shen *et al.*, (2015). Menarik untuk diketahui bahwa dalam penelitian ini terlihat adanya peningkatan penggunaan istilah pupuk organik dan anorganik, kombinasi pupuk organik dan anorganik, efisiensi penggunaan air, irigasi tetes dan fertigasi menjadi topik yang sering digunakan (Tabel 1) dengan artikel yang sering menjadi referensi dan dipublikasikan oleh penulis yang berbeda.

## Review Artikel Jurnal dengan Istilah “Tanaman Pisang”

Bahan organik merupakan salah satu sumber unsur hara bagi tanaman selain pupuk kimia. Pupuk yang berasal dari bahan organik ini menyediakan unsur hara bagi tanaman setelah melalui proses mineralisasi Cantu *et al.*, (2017). Pupuk organik ini berasal dari bahan organik yang berbeda seperti pupuk kandang (Sunarta and Trigunarsih, 2017), hijauan paitan (*Titonia diversifolia*) Suswati *et al.*, 2019), limbah unggas bulu (Gurav *et al.*, 2013) dan kompos (Aremu *et al.*, 2012; Shen *et al.*, 2013). Efek aplikasi pupuk organik ini berpengaruh signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang (Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014a and 2014b; Magbalot-Fernandez and Montifalcon, 2019; Suswati *et al.*, 2019) (Tabel 2).

Pemberian pupuk organik kompos dan bio-organik (Vázquez-Ovando *et al.* 2012; Shen *et al.*, 2013), plant growth promotion of rhizobacteria (PGPR), chitosan dan mikroorganisme (Yuan *et al.*, 2013; Shen *et al.*, 2015; Shu-tang *et al.*, 2015; Khanda *et al.*, 2021) selain berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman juga dilaporkan menghambat pertumbuhan penyakit layu fusarium, jamur dan bakteri yang merugikan pada tanaman pisang. Perlakuan inokulasi mikroorganisme (Kavoo-Mwangi *et al.*, 2013; Madaan *et al.*, 2013), PGPR (Fernandes *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2018a; Gamez *et al.*, 2019), pupuk kandang, amandemen tanah dan pengapuran (Elkashif *et al.*, 2014; Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014b; Stamford *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2019) memberikan efek positif untuk meningkatkan kualitas dan mikrobiota dalam tanah. Hal yang sama terlihat pada pemberian ekstrak tanaman rumput laut sebagai biostimulan (Karthikeyan and Shanmugam, 2014), aplikasi pupuk bio-organik, hormon tanaman dan zat pengatur tumbuh (Sajith *et al.*, 2014; Tripathi *et al.*, 2014; Abdel-Hafiz *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2021; Moreira *et al.*, 2021) juga memberikan efek positif pada pertumbuhan dan hasil tanaman pisang (Tabel 2).

Tabel 3 menunjukkan bahwa adanya penggunaan pupuk makro (Ng *et al.*, 2016) dan mikro Krishnamoorthy and Hanif, 2017) dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pisang. Aplikasi pupuk nitrogen dan potasium meningkatkan kandungan unsur hara pada daun dan tanaman, memberikan efek positif pada pertumbuhan vegetatif, hasil dan kualitas tanaman pisang (Taulya, 2013; Aba and Baiyeri, 2015; Merwad *et al.*, 2016; Nomura *et al.*, 2016; Nomura *et al.*, 2017; Fratoni *et al.*, 2017; Torres Bazurto *et al.*, 2017). Silva *et al.*, (2013) menyatakan bahwa perlakuan pupuk magnesium dan potasium meningkatkan kandungan K dan Ca daun dan meningkatkan parameter hasil dan kualitas tanaman pisang Prata Ana. Menurut de Barros Mesquita *et al.*, (2018) menyatakan bahwa aplikasi pupuk fosfat dapat mempengaruhi kualitas pati yang dihasilkan seperti parameter ukuran granula dan kandungan fosfor, kandungan pati resisten, kristalinitas dan viskositas pati pisang Maca. Hasil penelitian Navaneethakrishnan *et al.*, (2013) dan Bolfarini *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa pertumbuhan, produksi, kualitas buah dan parameter karakteristik buah seperti bobot tandan, jumlah sisir per tandan, bobot sisir dan jumlah sisir pisang Grand naine dipengaruhi oleh perlakuan pupuk nitrogen dan posfor. Ningavva *et al.*, (2014) melaporkan bahwa aplikasi pupuk mikro seperti seng dan boron yang diberikan melalui daun dan tanah dapat meningkatkan parameter mutu berat daging buah, berat kulit, rasio daging buah dan kulit, kandungan gula reduksi dan non reduksi, asam tertitrasi, total soluble solid dan rasio gula dan asam buah pisang Grand Naine. Penelitian lain yang dilakukan oleh Arthi *et al.*, (2020) menemukan bahwa pupuk silikon yang diaplikasikan ke tanah dan melalui penyemprotan ke daun dapat meningkatkan produktivitas tanaman pisang Grand Naine.

Tabel 2. Aplikasi pupuk organik dan mikroorganisme pada tanaman pisang: analisis data tahun 2012-2022.

	<b>Topik</b>	<b>Pisang</b>	<b>Penyakit</b>	<b>Referensi</b>
Pupuk organik dan mikroorganisme	Kompos, pupuk bio-organik	Musa sp., Grand Naine	Layu fusarium	Vázquez-Ovando et al. 2012; Shen et al., 2013
	PGPR, pupuk bio-organik, chitosan, mikroorganisme	Musa sp.	Layu fusarium, jamur, bakteri	Yuan et al., 2013; Shen et al., 2015; Shu-tang et al., 2015; Khanda et al., 2021
	PGPR, PGP bakteri	Musa sp., Musa acuminata, pisang Prata Ana		Fernandes et al., 2013; Souza et al., 2016; Souza et al., 2017; Patel et al., 2018a; Gamez et al., 2019
	Inokulasi mikroorganisme	Pisang Gros Michel, Grand Naine		Kavoo-Mwangi et al., 2013; Madaan et al., 2013
	Biostimulan dari ekstrak tanaman rumput laut	Pisang Merah, Nendran, Robusta, Njali Poovan		Karthikeyan and Shanmugam, 2014
	Pupuk bio-organik, hormon tanaman, zat pengatur tumbuh	Bangladesh, Melbhog, William, Baodao, Udhayam		Sajith et al., 2014; Tripathi et al., 2014; Abdel-Hafiz et al., 2016; Li et al., 2021; Moreira et al., 2021; Purset et al., 2022
	Pupuk organik, pupuk kandang, limbah bulu unggas, kompos kascing, Titonia diversifolia	Musa sp., Grand Naine, Fhia-17, William, Nendran, Musa acuminata Lakatan		Aremu et al., 2012; Baiyeri and Aba, 2012; Gurav et al., 2013; Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014a; Leno et al., 2017; Suswati et al., 2019; Magbalot-Fernandez and Montifalcon, 2019; Leno et al., 2021;
	Pupuk kandang, amandemen, kapur	Grand Naine, William, Dwarf Cavendish, Musa sp.		Elkashif et al., 2014; Vanilarasu and Balakrishnamurthy, 2014b; Stamford et al., 2017; Zhang et al., 2019

Tabel 3. Aplikasi pupuk anorganik pada tanaman pisang: analisis data tahun 2012-2022.

	<b>Topik</b>	<b>Pisang</b>	<b>Referensi</b>
Pupuk anorganik	Makro	Musa sp.	Ng et al., 2016
	Mikro	Poovan	Krishnamoorthy and Hanif, 2017
	Nitrogen, potasium	Musa sp., Caipira, BRS Princesa, Fhia-17, Nanica IAC 2001, William	Taulya, G. 2013; Aba and Baiyeri, 2015; Merwad et al., 2016; Nomura et al., 2016; Nomura et al., 2017; Fratoni et al., 2017; Torres Bazurto et al., 2017
	Mg, potasium	Prata Ana	Silva et al., 2013
	Posfat	Maca	de Barros Mesquita et al., 2018
	Nitrogen, fospor	Musa sp., Maca	Navaneethakrishnan et al., 2013; Bolfarini et al., 2016
	Seng, Boron	Grand Naine	Ningavva et al., 2014
	Silikon	Grand Naine	Arthi et al., 2020

Data pada Tabel 4 terlihat bahwa penggunaan pupuk organik, anorganik dan mikroorganisme untuk meningkatkan parameter pertumbuhan dan produksi tanaman pisang. Hasil penelitian aplikasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh pada parameter pertumbuhan, status unsur hara daun dan tanaman, karakteristik daun (jumlah daun, luas daun, indek luas daun), serapan unsur hara pada daun, kandungan unsur hara dalam tanah, produksi dan kualitas buah tanaman pisang (Butani *et al.*, 2012; Ndukwe *et al.*, 2012; Al-Busaidi, 2013; Kuttimani *et al.*, 2013a ; Patil and Shinde, 2013; Somasundaram *et al.*, 2014; Bakheit and Elsadig, 2015; Hazarika *et al.*, 2015b; Rajput *et al.*, 2017; Albadawy, 2019; Guimarães *et al.*, 2020; Meya *et al.*, 2020). Aplikasi pupuk organik dengan pupuk kimia seperti pupuk Magnesium dapat meningkatkan pH tanah, ketersediaan unsur hara, produksi dan kualitas tanaman pisang (*Musa sp.*) (Zhang *et al.*, 2020). Pemberian pupuk organik, pupuk bio-organik dan pupuk NPK (Hazarika *et al.*, 2015a), pupuk organik dan K<sub>2</sub>O (Marques *et al.*, 2018) dapat meningkatkan parameter pertumbuhan, karakteristik daun, unsur hara pada daun dan fisiologi daun tanaman pisang.

Hasil penelitian Roshdy (2016) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk potassium, sulfur dan ragi yang diberikan melalui daun dengan konsentrasi 0,5% meningkatkan parameter pertumbuhan, hasil dan karakteristik buah tanaman pisang William. Muas *et al.*, (2020) menemukan bahwa pemberian pupuk kalium dan fungi mikoriza arbuskula (FMA) meningkatkan hasil tanaman pisang ketan. Kombinasi pupuk kobalt, Vitamin B12 dan Vitamin C (100:100:100 ppm) yang diaplikasi dengan disemprotkan ke daun tanaman pisang William dapat meningkatkan 54 % jumlah sisir, 62,82 % berat sisir, 24,62 % total gula dan 44,34% vitamin C dibanding kontrol (El-baz *et al.*, 2016). Penelitian lain yang dilakukan oleh Luo *et al.*, (2018) menunjukkan adanya pengaruh pada parameter produksi yaitu produksi/ tanaman, berat buah, diameter sisir buah dan kualitas kandungan nutrisi (buah yang dapat dimakan, soluble solid, asam tertirasi kandungan air dan vitamin C) pada buah pisang *Musa paradisiaca* sebagai akibat pemberian KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan paclobutrazol (Tabel 4).

Tabel 4. Aplikasi pupuk organik, anorganik dan mikroorganisme pada tanaman pisang: analisis data tahun 2012-2022.

Topik	Pisang	Referensi
Pupuk organik dan anorganik	Musa sp., Ardhayuri, Dwarf Cavendish, Grand Naine, Malindi, hybrid (30456-3, Pita 14, 29525), Poovan	Butani et al., 2012; Ndukwe et al., 2012; Al-Busaidi, 2013; Kuttimani et al., 2013a ; Patil dan Shinde, 2013; Somasundaram et al., 2014; Bakheit dan Elsadig, 2015; Hazarika et al., 2015b; Rajput et al., 2017; Albadawy, 2019; Guimarães et al., 2020; Meya et al., 2020
Pupuk organik, Mg	Musa sp.	Zhang et al., 2020
Pupuk organik, pupuk bio-organik, NPK	Grand Naine	Hazarika et al., 2015a
Kobalt, Vit B <sub>2</sub> , Vit C	William	El-baz et al., 2016
Pupuk kandang, K <sub>2</sub> O	Prata Ana	Marques et al., 2018
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , paclobutrazol	Musa paradisiaca	Luo et al., 2018
Potassium, sulfur, ragi	William	Roshdy, 2016
Kalium, mikoriza	Ketan	Muas et al., 2020

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemupukan melalui fertigasi (Kumar *et al.*, 2012; Mahendran *et al.*, 2013; Pawar dan Dingre, 2013; Melo *et al.*, 2014; Melo *et al.*, 2016; Pramanik *et al.*, 2016; Lima Neto *et al.*, 2020), penggunaan drip irigasi dan fertigasi (Mahmoud, 2013; Pramanik and Patra, 2016; Pawar *et al.*, 2017) berpengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan, produksi dan kualitas beberapa varietas tanaman pisang. Efek yang sama dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil dan produksi tanaman pisang terlihat pada aplikasi pupuk bio-organik dan fertigasi pada pisang Robusta (Senthilkumar *et al.*, 2016), drip irigasi, fertigasi dan penggunaan mulsa pada *Musa* sp. (Xavier *et al.*, 2020), fertigasi dan mulsa plastik hitam pada pisang Grand Naine (Santosh and Tiwari, 2017).

Damour *et al.*, (2012) menyatakan bahwa penggunaan cover crop sebagai tanaman penutup tanah digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia, meningkatkan kedalaman perakaran pisang, signifikan dalam waktu berbunga dan indek luas daun dibandingkan tanpa cover crop, menurunkan suhu 2-3% dan meningkatkan hasil tanaman pisang. Perlakuan pemupukan dengan jumlah tanaman, jarak tanam maupun genotip tanaman dapat mempengaruhi parameter pertumbuhan dan hasil tanaman pisang. Hasil penelitian Ndabamenye *et al.*, (2013) menyatakan bahwa unsur hara P, K dan Mg merupakan faktor yang mempengaruhi hasil tanaman pisang dan jumlah populasi tanaman lebih berpengaruh dari pada kesuburan tanah dalam meningkatkan hasil tanaman pisang (*Musa* sp.). Perlakuan jarak tanam berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan, hasil dan parameter kualitas (TSS dan total gula) tanaman pisang. Perlakuan jarak tanam (1.2 X 1.2 X 2.0 m) dan pupuk NPK (300-100-200 g NPK/tanaman) memberikan hasil yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada tanaman pisang Grand Naine (Patel *et al.*, 2018b). Aplikasi pupuk P berpengaruh terhadap hasil tanaman pisang (4 genotip) dan peningkatan pupuk P yang diberikan diikuti peningkatan produksi, kandungan P dan pati pada buah pisang (Leonel *et al.*, 2020).

Manajemen unsur hara secara terintegrasi (integrated nutrient management) dilakukan dengan memperhatikan kualitas tanah dan tidak merusak lingkungan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pisang contohnya penelitian tentang integrated nutrient management dapat meningkatkan produksi (jumlah tandan, jumlah sisir, berat tandan dan total produksi), total pendapatan dan total B/C rasio dengan menggunakan pupuk organik (Wellgro) dan irigasi pada tanaman pisang (Kuttimani *et al.*, 2013b; Somasundaram *et al.*, 2014). Penelitian lainnya menyatakan bahwa integrated nutrient management berpengaruh signifikan pada pertumbuhan, hasil dan kualitas pisang Grand Naine hasil kultur jaringan dengan menggunakan pupuk NPK, Azospirillum dan Trichoderma (Nayyer *et al.*, 2014). Menurut Kuttimani *et al.*, (2017) menyatakan bahwa integrated nutrient management dapat memperbaiki biologi tanah, kandungan C organik tanah dan produksi dengan menggunakan pupuk organik, anorganik dan irigasi pada tanaman pisang Grand Naine. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Suhasini *et al.*, (2018) menyatakan bahwa parameter pertumbuhan tanaman (tingg tanaman, jumlah daun, total luas daun dan indek luas daun) dipengaruhi oleh adanya integrated nutrient management dengan aplikasi pupuk organik, anorganik dan mikroorganisme pada pisang Rajapuri. Simo *et al.*, (2020) menambahkan bahwa integrated nutrient management dengan inokulasi mikoriza, pupuk hijau dan pupuk organo-mineral untuk memperoleh hasil pisang yang tinggi, ketersediaan nutrisi untuk tanaman dan inokulasi mikoriza selain meningkatkan biomassa dan jumlah nutrisi juga meningkatkan jumlah propagul mikoriza di dalam tanah pada tanaman pisang Fhia-18.

Tabel 5. Aplikasi drip irigasi, fertigasi dan integrated nutrient management pada tanaman pisang: analisis data tahun 2012-2022.

Topik	Pisang	Referensi
Fertigasi	Grand Naine, Musa sp., Monthan, Prata Ana, Nanica, BRS Princessa	Kumar et al., 2012; Mahendran et al., 2013; Pawar dan Dingre, 2013; Melo et al., 2014; Melo et al., 2016; Pramanik et al., 2016; Lima Neto et al., 2020
Drip irigasi dan fertigasi	Musa sp., Grand Naine	Mahmoud, 2013; Pramanik and Patra, 2016; Pawar et al., 2017
Pupuk bio-organik dan fertigasi	Robusta	Senthilkumar et al., 2016
Drip irigasi, fertigasi dan mulsa	Musa sp.	Xavier et al., 2020
Fertigasi dan mulsa plastik hitam	Grand Naine	Santosh and Tiwari, 2017
Cover crop	Musa sp.	Damour et al., 2012
Jarak tanam, jumlah tanaman dan pemupukan	Musa sp., Grand Naine	Ndabamenye et al., 2013; Patel et al., 2018b
Genotip dan pupuk P	Fhia-18, Nanicao-IAC-2010, Grand Naine	Leonel et al., 2020
Integrated nutrient management	Grand Naine, Fhia-18, Rajapuri	Kuttimani et al., 2013 b; Nayyer et al., 2014; Somasundaram et al., 2014; Kuttimani et al., 2017; Suhasini et al., 2018; Simo et al., 2020

## KESIMPULAN

Analisis bibliometrik dalam penelitian ini menunjukkan studi tentang proses evolusi tentang topic penelitian dengan kata kunci pupuk, pertumbuhan, hasil, pisang dan buah dari tahun 2012 - 2022. Vosviewer merupakan sebuah pemrograman penting untuk memvisualisasikan dan menganalisis visualisasi network dalam pemetaan analisis bibliometrik. Sekitar 998 artikel yang diperoleh dari database Google Scholar terlihat bahwa adanya penggunaan istilah pupuk organik dan anorganik, kombinasi pupuk organik dan anorganik, efisiensi penggunaan air, irigasi tetes dan fertigasi yang selanjutnya dapat menjadi topik penelitian kedepannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aba, S. C., & Baiyeri, K. P. 2015. Nitrogen and potassium fertilizer influenced nutrient use efficiency and biomass yield of two plantain *Musa* spp. AAB) genotypes. *African Journal of Agricultural Research*. 106: 458-471. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9198>
- Abdel-Hafiz, G., Abdel-Galil, H. A., Amin, K. I., & Ibrahim, R. A. 2016. Using the organic and bio-fertilizers as a partial substitute for mineral-N in Williams banana orchards. *Assiut J. Agric. Sci.* 473: 34-46. <https://dx.doi.org/10.21608/ajas.2016.903>
- Albadawy, H. E. 2019. Effect of Some Fertilization Treatments on Growth, Yield, Fruit Quality and Nutritional Status of Banana Grande Naine Cultivar. *Annals of Agricultural Science*, 571: 89-98. <https://doi.org/10.21608/assjm.2019.42213>
- Al-Busaidi, K. T. S. 2013. Effects of organic and inorganic fertilizers addition on growth and

- yield of banana *Musa* AAA cv. Malindi) on a saline and non-saline soil in Oman. *Journal of Horticulture and Forestry*. 59: 146-155. <https://doi.org/10.5897/JHF2013.0315>
- Al Husaeni, D.F., & Nandiyanto, A. B. D. 2022a. Bibliometric computational mapping analysis of publications on mechanical engineering education using vosviewer. *Journal of Engineering Science and Technology*. 172: 1135-1149.
- Al Husaeni, D.F., & Nandiyanto, A. B. D. 2022b. Bibliometric using Vosviewer with Publish or Perish using google scholar data): From step-by-step processing for users to the practical examples in the analysis of digital learning articles in pre and post Covid-19 pandemic. *ASEAN Journal of Science and Engineering*. 21: 19-46. <http://dx.doi.org/10.2017509/xxxxt.vxix>
- Aremu, A. O., Kulkarni, M. G., Bairu, M. W., Finnie, J. F., & Van Staden, J. 2012. Growth stimulation effects of smoke-water and vermicompost leachate on greenhouse grown-tissue-cultured 'Williams' bananas. *Plant Growth Regulation*. 66: 111-118. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9634-6>
- Arthi, V., Sriramachandrasekharan, M. V., Manivannan, R., & Shakila, A. 2020. Effect of silicon fertilization on agro-morphological traits of grand naine banana grown in typic ustifluvent soil. *International Journal of Plant & Soil Science*. 3219: 38-46. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2020/v32i1930395>
- Bakheit, I., & Elsadig, E. H. (2015). Effects of organic and chemical fertilizers on yield and total soluble solids (TSS) in Banana Cavendish group AAA). *Journal of Horticulture and Forestry*. 74: 94-98. <https://doi.org/10.5897/JHF2014.0384>
- Baiyeri, K. P., & Aba, S. C. 2012. Physicochemical Characteristics of Nursery Media Formulated from Organic Wastes Influence Growth and Dry Matter Yield of Banana *Musa* AA var. Pisang lilin) Plantlets. *Nigerian Journal of Horticultural Science*. 171: 135-145.
- Bley, H., Gianello, C., Santos, L. S., & Selau, L. P. R. 2017. Nutrient release, plant nutrition, and potassium leaching from polymer-coated fertilizer. *Revista Brasileira Ciencia do Solo*. 41: 11 p. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20160142>
- Bolfarini, A. C. B., Leonel, S., Leonel, M., Tecchio, M. A., de Souza Silva, M., & Souza, J. M. A. 2016. Growth, yield and fruit quality of 'Maca' banana under different rates of phosphorus fertilization. *Australian Journal of Crop Science*. 109: 1368-1374.
- Butani, A. M., Chovatia, R. S., Patel, K. D., Vadaria, K. N., & Rankja, N. J. 2012. Effect of chemical fertilizer and vermicompost on yield and nutrient content and uptake by fruit of banana *Musa parasidiaca* L.) cv. Grand Naine. *Asian Journal of Horticulture*. 72: 594-598.
- Cantú, R. R., Aita, C., Doneda, A., Giacomini, D. A., Dessbesell, A., Arenhardt, M., Bastiani, G. G., Pujol, S. B., Rochete, F., Chantigny, M. H., & S. J., Giacomini. 2017. Alternatives to regular urea for abating N losses in lettuce production under sub-tropical climate. *Biologi Fertility Of Soils*. 53: 589-599. <https://doi.org/10.1007/s00374-017-1202-4>
- Damour, G., Ozier-Lafontaine, H., & Dorel, M. 2012. Simulation of the growth of banana *Musa* spp.) cultivated on cover-crop with simplified indicators of soil water and nitrogen availability and integrated plant traits. *Field Crops Research*. 130: 99-108. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.05.005>

org/10.1016/j.fcr.2012.02.013

- de Barros Mesquita, C., Garcia, É. L., Bolfarini, A. C. B., Leonel, S., Franco, C. M. L., & Leonel, M. 2018. Phosphate fertilization changes the characteristics of 'Maçã' banana starch. *International journal of biological macromolecules*. 112: 1138-1145. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.02.065>
- Deus, J. A. L. D., Neves, J. C. L., Lima Neto, A. J. D., Natale, W., Alvarez, V. V. H., & Albuquerque, F. M. R. D. 2020. Partitioning of macronutrients and nutritional efficiency in fertigated prata banana. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 424: 1-13. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020611>
- El-Baz, E. E. T., Arafat, L. A., Ibrahim, E. G., & El-Deeb, M. R. I. 2016. Effect of cobalt and some vitamins as foliar application treatments on productivity and quality of williams banana cultivar. *Journal of Plant Production*. 77: 777-786. <https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2016.46163>
- Elkashif, M. E., Elamin, O. M., Mahmoud, H. I., & Abbass, M. A. 2014. Effects of soil amendment treatments on growth, yield and fruit quality of selected banana (*Musa AAA*) cultivars. *Gezira Journal of Agricultural Science*. 121.
- Fernandes, T. P., Nietsche, S., Costa, M. R., Xavier, A. A., Pereira, D. F. G. S., & Pereira, M. C. T. 2013. Potential use of endophytic bacteria to promote the plant growth of micropropagated banana cultivar Prata Anã. *African Journal of Biotechnology*. 1231. <https://doi.org/10.5897/AJB2012.2958>
- Fratoni, M. M. J., Moreira, A., Moraes, L. A. C., Almeida, L. H. C., & Pereira, J. C. R. 2017. Effect of nitrogen and potassium fertilization on banana plants cultivated in the humid tropical Amazon. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 4813: 1511-1519. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1373791>
- Gamez, R., Cardinale, M., Montes, M., Ramirez, S., Schnell, S., & Rodriguez, F. 2019. Screening, plant growth promotion and root colonization pattern of two rhizobacteria (*Pseudomonas fluorescens* Ps006 and *Bacillus amyloliquefaciens* Bs006) on banana cv. Williams *Musa acuminata* Colla). *Microbiological research*. 220: 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.11.006>
- Gonzalez, J. S., Espinosa, R. R., Martinez, L. R., & Alonso, G. M. 2020. The integration of AMF inoculants, green manure and organo-mineral fertilization, in banana plantations on calcic haplic Phaeozems. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 231: 1-15.
- Gouda, F. E. Z. M., Abdel-Raman, M. A. A., & Salem, E. H. 2021. Influence of different nitrogen fertilizer sources on growth and productivity of Williams Banana Plants. *Journal of Plant Production*. 126: 613-617. <https://doi.org/10.21608/jpp.2021.70766.1026>
- Guimarães, G. G. F., Cantú, R. R., Scherer, R. F., Beltrame, A. B., & Haro, M. M. D. 2020. Banana crop nutrition: insights into different nutrient sources and soil fertilizer application strategies. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 44: 1-14. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20190104>
- Gulkari, K. D., Chauhan, N. B., & Onima, V. T. 2017. Constraints faced by the banana growers in adoption of risk management practices in drip irrigated banana cultivation. *Agriculture Update*. 121: 84-88. <https://doi.org/10.15740/HAS/AU/12.1/84-88>

- Guo, Y.M., Huang, Z.L., Guo, J., Guo, X.R., Li, H., Liu, M.Y., Ezzeddine, S., & Nkeli, M.J. 2021. A bibliometric analysis and visualization of blockchain. *Future Generation Computer System*. 116: 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.10.023>
- Gurav, R. G., & Jadhav, J. P. 2013. A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation. *Environmental Science and Pollution Research*. 20: 4532-4539. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1405-z>
- Hapsari, L., Kennedy, J., Lestari, D. A., Masrum, A. & Lestarini, W. 2017. Ethnobotanical survey of bananas (*Musaceae*) in six districts of East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 181: 160-174. <http://doi.org/10.13057/biodiv/d180123>
- Hawari, A.D., & Winoto, Y. 2022. Pemetaan bibliometrik dengan aplikasi Vosviewer terhadap perkembangan penelitian bidang pertanian di Indonesia. *Indonesian Journal of Academic Librarianship*. 61:1-12.
- Hazarika, T. K., Bhattacharyya, R. K., & Nautiyal, B. P. 2015a. Growth parameters, leaf characteristics and nutrient status of banana as influenced by organics, biofertilizers and bioagents. *Journal of plant Nutrition*. 388: 1275-1288. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.957399>
- Hazarika, T. K., Nautiyal, B. P., & Bhattacharyya, R. K. 2015b. Conjunctive use of bio-fertilizers and organics for improving growth, yield and quality of banana cv. Grand Naine. *Indian Journal of Horticulture*. 724: 461-465. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00003.7>
- Helaly, M. N., & El-Hoseiny, H. A. R.. 2017. Partial substitution of chemical fertilization of banana (*Musa cavendishii* L.) plants by organic stimulators. *Journal of Plant Production*. 84:541-548. <http://dx.doi.org/10.21608/jpp.2017.40066>
- Islam, M. A., Sayeed, K. M. A., Alam, M. J., & Rahman, M. A. 2020. Effect of nitrogen and potassium on growth parameters of banana. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*. 261: 2159-2169. <https://doi.org/10.18801/jbar.260120.264>
- Karthikeyan, K., & Shanmugam, M. 2014. Enhanced yield and quality in some banana varieties applied with commercially manufactured biostimulant Aquasap from sea plant *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 4: 621-631. <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2014.08.004>
- Kassim, F. S., El-Koly, M. F., & Hosny, S. S. 2017. Evaluation of super absorbent polymer application on yield, and water use efficiency of grand nain banana plant. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 61: 188-198.
- Kavoo-Mwangi, A. M., Kahangi, E. M., Ateka, E., Onguso, J., Mukhongo, R. W., Mwangi, E. K., & Jefwa, J. M. 2013. Growth effects of microorganisms based commercial products inoculated to tissue cultured banana cultivated in three different soils in Kenya. *Applied Soil Ecology*. 64: 152-162. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.12.002>
- Kandha, L., Kumar, R., Sethi, S. K., & Bindhani, B. K. 2021. Chitosan enhances growth and survival rate of in vitro-cultured plantlets of banana cultivar “Grand Naine”. *Journal of Crop Improvement*. 356: 848-865. <https://doi.org/10.1080/15427528.2021.1889732>
- Krishnamoorthy, V., & Hanif, N. A. K. 2017. Influence of micronutrients on growth and yield of banana. *Journal of Krishi Vigyan*. 52: 87-89. <http://dx.doi.org/10.5958/2349->

4433.2017.00020.4

- Kumar, D., Pandey, V., & Nath, V. 2012. Growth, yield and quality of vegetable banana Monthan Bantahal-ABB) in relation to NPK fertigation. *Indian Journal of Horticulture*. 694: 467-471.
- Kuttimani, R., Velayudham, K., Somasundaram, E., & Jothi, N. J. 2013a. Effect of integrated nutrient management on corm and root growth and physiological parameters of banana. *Int. J. Adv. Res*, 1: 46-55.
- Kuttimani, R., Velayudham Somasundram, E., & Muthukrishnan, P. 2013b. Effect of integrated nutrient management on yield and economics of banana. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*. 24: 191-195.
- Kuttimani, R., Somasundaram, E., & Velayudham, K. 2017. Effect of integrated nutrient management on soil microorganisms under irrigated banana. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 61: 2342-2350. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.277>
- Leonel, M., Bolfarini, A. C. B., da Silva, M. J. R., Souza, J. M. A., & Leonel, S. 2020. Banana fruits with high content of resistant starch: Effect of genotypes and phosphorus fertilization. *International journal of biological macromolecules*. 150: 1020-1026. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.217>
- Leno, N., Sudharmaidevi, C., & Mathew, P. 2017. Nutrient availability from an organic fertilizer produced by chemical decomposition of solid wastes in relation to dry matter production in banana. *Advances in Research*. 125: 1-9. <https://doi.org/10.9734/AIR/2017/38428>
- Leno, N., Sudharmaidevi, C. R., Byju, G., Thampatti, K. C. M., Krishnaprasad, P. U., Jacob, G., & Gopinath, P. P. 2021. Thermochemical digestate fertilizer from solid waste: Characterization, labile carbon dynamics, dehydrogenase activity, water holding capacity and biomass allocation in banana. *Waste Management*. 123: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.002>
- Li, Z., Jiao, Y., Yin, J., Li, D., Wang, B., Zhang, K., Zeng, X, Hong, Y, Zhang, H, Xie, C, Li, Y, Duan, Y, Hu, Y, Zhu, Z, & Liu, Y. 2021. Productivity and quality of banana in response to chemical fertilizer reduction with bio-organic fertilizer: Insight into soil properties and microbial ecology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 322. 107659. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107659>
- Lima Neto, A. J. D., Deus, J. A. L. D., Rodrigues Filho, V. A., Natale, W., & Parent, L. E. 2020. Nutrient diagnosis of fertigated “prata” and “cavendish” banana *Musa spp.*) at plot-scale. *Plants*. 911. 1467. <https://doi.org/10.3390/plants9111467>
- Lizarazo, M. Á., Hernández, C. A., Fischer, G., & Gómez, M. I. 2013. Response of the banana passion fruit *Passiflora tripartita* var. mollissima) to different levels of nitrogen, potassium and magnesium. *Agronomía Colombiana*. 312: 184-194.
- Luo, L. N., Li, C. L., Wu, F., Li, S. P., Han, S. Q., & Li, M. F. 2018. Desuckering effect of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> mixed with paclobutrazol and its influence on banana *Musa paradisiaca* AA) mother plant growth. *Scientia Horticulturae*. 240: 484-491. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.033>
- Madaan, G., Gosal, S. K., Gosal, S. S., Saroa, G. S., & Gill, M. I. S. 2013. Effect of microbial

- inoculants on the growth and yield of micropropagated banana *Musa indica*) cv. Grand Naine. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 885: 643-649. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11513019>
- Magbalot-Fernandez, A., & Montifalcon, L. 2019. Effects of organic-based fortified foliar fertilizer on the growth and yield of 'Lakatan' Banana *Musa acuminata*). *Asian Journal of Research in Crop Science*. 34: 1-9. <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2019/v3i430053>
- Mahalakshmi, C., Kumar, S. V., Maneesh, P., & Fathima, J. S. A. 2016. An analysis of banana cultivation in Theni District, Tamil Nadu. *Indian Journal of Economics and Development*. 49: 1-12.
- Mahendran, P. P., Yuvaraj, M., Parameswari, C., Gurusamy, A., & Krishnasamy, S. 2013. Enhancing growth, yield and quality of banana through subsurface drip fertigation. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*. 12: 391-94.
- Maheswaran, M., Patel, M. R., & Harikrishna, Y. V. 2022. Constraints faced by banana growers in adoption of IPM. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*. 405: 1-4. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2022/v40i530879>
- Mahmoud, H. H. 2013. Effect of different levels of planting distances, irrigation and fertigation on yield characters of main banana crop cv. Grand Naine. *Glob. J. Plant Ecophysiol*. 32: 115-121.
- Marques, P. R. R., Donato, S. L. R., RebouÃ, A., & Rosa, R. C. C. 2018. Gas exchange and yield of Prata-type banana plants with fertilizer sources for organic management. *African Journal of Agricultural Research*. 135: 272-280. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12896>
- Melo, A. S. D., Silva Júnior, C. D. D., Fernandes, P. D., Brito, M. E. B., Sobral, L. F., Suassuna, J. F., Viegas, R. L. D. S., & Ferraz, R. L. D. S. 2014. Chlorophyll and macronutrients content in leaf tissue of *Musa* sp 'Prata-Anã' under fertigation. *African Journal of Agricultural Research*. 922: 1714-1720. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.8683>
- Melo, D. M. D., Coelho, E. F., Borges, A. L., Pereira, B. L. D. S., & Campos, M. S. 2016. Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humic substances. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 46: 421-428. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4642222>
- Merwad, M. A., Eisa, R. A., & Merwad, A. M. M. 2016. Effect of some potassium fertilizer sources on growth; yield and fruit quality of Grande Naine banana plants. *International Journal of Chem Thech Res*. 94: 51-61.
- Mesquita, C. D. B., Garcia, É. L., Bolfarini, A. C. B., Leonel, S., Franco, C. M. L., & Leonel, M. 2018. Phosphate fertilization changes the characteristics of 'Maçã' banana starch. *International journal of biological macromolecules*. 112: 1138-1145. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.02.065>
- Meya, A. I., A. Ndakidemi, P., Mtei, K. M., Swennen, R., & Merckx, R. 2020. Optimizing soil fertility management strategies to enhance banana production in volcanic soils of the Northern Highlands, Tanzania. *Agronomy*. 102: 1-21. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020289>
- Moreira, F. M., Cairo, P. A. R., Borges, A. L., da Silva, L. D., & Haddad, F. 2021.

- Investigating the ideal mixture of soil and organic compound with *Bacillus* sp. and *Trichoderma asperellum* inoculations for optimal growth and nutrient content of banana seedlings. *South African Journal of Botany*. 137: 249-256. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.10.021>
- Muas, I., Emilda, D., & Fatria, D. 2020. Efek Aplikasi fungi mikoriza arbuskula dan pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan produksi pisang Ketan. *Jurnal Hortikultura*. 291: 61-68. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v29n1.2019.p61-68>
- Muhidin, W. Nuraida, Florista, D. A., Nurmas, A., Yusuf, D. N., Alam, S., & Samai, S. 2022. The effect of organic manure on the growth of dwarf banana (*Musa paradisiaca* L.) under the natural shade. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Ser.: Earth Environ. Sci.* 977 012007. 9771: 1-4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012007>
- Mungalpara, K. U., Viraja, C. V., & Thumar, V. M.. 2017. Constraints faced by the banana growers in production and marketing in Bharuch district in South Gujarat. *Trends in Biosciences*. 1023: 4891-4892. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11656.85761>
- Mustaffa, M. M., & Kumar, V. 2012. Banana production and productivity enhancement through spatial, water and nutrient management. *Journal of Horticultural Sciences*. 71: 1-28.
- Nallaraju, A., & Pushpa, J. 2018. Profile characteristics of and constraints faced by banana growers. *Journal of Extension Education*. 302: 6083-6087. <https://doi.org/10.26725/JEE.2018.2.30.6083-6087>
- Nandiyanto, A.B.D., Al Husaeni, D.N., & Al Husaeni, D.F. 2021. A bibliometric analysis of chemical engineering research using vosviewer and its correlation with covid-19 pandemic condition. *Journal of Engineering Science and Technology*. 166. 4414-4422.
- Navaneethakrishnan, K. S., Gill, M. I. S., & Kumar, S. R. 2013. Effect of different levels of N and P on ratoon banana (*Musa* spp. AAA). *J Horticulture*. 56: 81-91. <https://doi.org/10.5897/JHF2013.0306>
- Nayyer, M. A., Tripathi, V. K., Kumar, S., Lal, D., & Tiwari, B. 2014. Influence of Integrated Nutrient Management on growth, yield and quality of tissue cultured banana (*Musa* × *paradisiaca*) cv Grand Naine. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 846: 680-683.
- Ndabamenye, T., Van Asten, P. J., Blomme, G., Vanlauwe, B., Uzayisenga, B., Annandale, J. G., & Barnard, R. O. 2013. Nutrient imbalance and yield limiting factors of low input East African highland banana (*Musa* spp. AAA-EA) cropping systems. *Field Crops Research*. 147: 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.001>.
- Ndukwe, O. O., Muoneke, C. O., Baiyeri, K. P., & Tenkouano, A. 2012. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient concentrations in plantain (*Musa* spp.) fruit pulp. *African Journal of Biotechnology*. 117: 1651-1658. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2278>
- Ng, C. C., Wu, S. J., Asyraf, M., & Tan, Y. W. 2016. Effects of novel slow release fertilizer on Banana foliar nutrients, photosynthetic rate, chlorophyll content, yield and fruit quality. *Hans Journal of Agricultural Sciences*. 6: 49-56. <http://dx.doi.org/10.12677/hjas.2016.63008>
- Ningavva, B. V., Hipparagi, K. U. L. A. P. A. T. I., Paramappa, M. K., & Nadukeri, S. 2014.

- Effect of soil application and foliar spray of zinc and boron on quality of ratoon banana cv. Grand Naine under hill zone of Karnataka. *Biosciences*. 7: 3294-3296.
- Nomura, E. S., Cuquel, F. L., Damatto Junior, E. R., Fuzitani, E. J., Borges, A. L., & Saes, L. A. 2016. Nitrogen and potassium fertilization on 'Caipira' and 'BRS Princesa' bananas in the Ribeira Valley. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 20: 702-708. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p702-708>
- Nomura, E. S., Cuquel, F. L., Damatto, E. R., Fuzitani, E. J., & Borges, A. L. 2017. Fertilization with nitrogen and potassium in banana cultivars 'Grand Naine', 'FHIA 17' and 'Nanicão IAC 2001' cultivated in Ribeira Valley, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 39: 505-513. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i4.32919>
- Patel, D. H., Naik, J. H., & Amaresan, N. 2018a. Synergistic effect of root-associated bacteria on plant growth and certain physiological parameters of banana plant *Musa acuminata*). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 647: 1021-1031. <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1410703>
- Patel, M. J., Sitapara, H. H., Shah, N. I., & Patel, H. R. 2018b. Effect of different levels of planting distance and fertilizers on growth, yield and quality of banana cv. Grand Naine. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 72: 649-653.
- Patil, V. K., & Shinde, B. N. 2013. Studies on integrated nutrient management on growth and yield of banana cv. Ardhapuri *Musa AAA*). *Journal of Horticulture and Forestry*. 59: 130-8.
- Pawar, D. D., & Dingre, S. K. 2013. Influence of fertigation scheduling through drip on growth and yield of banana in western Maharashtra. *Indian Journal of Horticulture*. 702: 200-205.
- Pawar, D. D., Dingre, S. K., & Bhoi, P. G. 2017. Productivity and economics of drip-irrigated banana *Musa spp.*) under different planting and fertigation techniques in subtropical India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 484: 449-458. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1282505>
- Pramanik, S., Lai, S., Ray, R., & Patra, S. K. 2016. Effect of drip fertigation on yield, water use efficiency, and nutrients availability in banana in West Bengal, India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 47: 1691-1700. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2016.1206560>
- Pramanik, S., & Patra, S. K. 2016. Growth, yield, quality and irrigation water use efficiency of banana under drip irrigation and fertigation in the gangetic plain of West Bengal. *World Journal of Agricultural Sciences*. 123: 220-228. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjas.2016.12.3.1913>
- Purseth, K., Topno, S. E., & Bahadur, V. 2022. Effect of Optimized Number of Suckers and Use of PGR on Growth, Yield and Quality of Banana *Musa paradisiaca* L.) cv. Udhayam. *International Journal of Environment and Climate Change*. 1211: 2917-2928. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i1131284>
- Rajput, A., Memon, M., Memon, K. S., Tunio, S., Sial, T. A., & Khan, M. A. 2017. Nutrient composition of banana fruit as affected by farm manure, composted pressmud and mineral fertilizers. *Pak. J. Bot.* 491: 101-108.

- Rouard, M., Sardos, J., Sempere, G., Breton C., Guignon V., Houwe, I. V. D, Carpentier, S. C., & Roux, N. 2021. A digital catalog of high-density markers for banana germplasm collections. *Plants People Planet*. 7p. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10187>.
- Roshdy, K. A. 2014. Effect of spraying silicon and seaweed extract on growth and fruiting of grandnaine banana. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 923: 979-991. <https://dx.doi.org/10.21608/ejar.2014.156427>
- Roshdy, K. A. 2016. Effect of application of yeast and spraying with potassium and sulphur on growth and fruiting of William bananas. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 941: 105-118. <https://dx.doi.org/10.21608/ejar.2016.151622>
- Sajith, K. P., Uma, S., Saraswathi, M. S., Backiyarani, S., & Durai, P. 2014. Macropropagation of banana-Effect of bio-fertilizers and plant hormones. *Indian Journal of Horticulture*. 713: 299-305. .
- Sakthiganesh, M., & Dineshkumar, S. 2022. A study on constraints faced by the banana growers in the production and marketing of banana. *Epra International Journal of Agriculture and Rural Economic Research ARER*. 101: 15-17. <https://doi.org/10.36713/epra11651>
- Santosh, D. T., & Tiwari, K. N. 2017. Response of tissue cultured banana *Musa acuminata* L.) cv. grand naine to different levels of nutrients under drip fertigation and black plastic mulch. *Applied Ecology and Environmental Research*. 154: 1473-1488. [http://dx.doi.org/10.15666/aer/1504\\_14731488](http://dx.doi.org/10.15666/aer/1504_14731488)
- Saravanapandeeswari, V., & Vanitha ,B. 2018. Growth of area, production and productivity of banana *Musa Paradisiaca*) cultivation in Theni district, Tamil Nadu : An analysis by component elements. *Indian Journal of Agricultural Research*. 522: 107-110. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-4971>.
- Senthilkumar, M., Ganesh, S., Srinivas, K., Panneerselvam, P., & Kasinath, B. L. 2016. Combining fertigation and consortium of bio-fertilizers for enhancing growth and yield of banana cv. Robusta AAA). *Indian Journal of Horticulture*. 731: 36-41. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00015.3>
- Shen, Z., Zhong, S., Wang, Y., Wang, B., Mei, X., Li, Ruan, Y., & Shen, Q. 2013. Induced soil microbial suppression of banana fusarium wilt disease using compost and biofertilizers to improve yield and quality. *European Journal of Soil Biology*. 57: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2013.03.006>
- Shen, Z., Wang, B., Lv, N., Sun, Y., Jiang, X., Li, R., Ruan, Y., & Shen, Q. 2015. Effect of the combination of bio-organic fertiliser with *Bacillus amyloliquefaciens* NJN-6 on the control of banana Fusarium wilt disease, crop production and banana rhizosphere culturable microflora. *Biocontrol science and technology*. 256: 716-731. <https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1010482>
- Syahadat, R.M., Saleh, I., & Christalista, A.A.F.A. 2022. Tren riset pascapanen edible flower. *Sentri: Jurnal Riset Ilmiah*. 12: 488-497. <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i2.241>
- Simo, J. E., Rivera, R. A., Martinez, L. A., & Martin, G. M. 2020. The integration of AMF inoculants, green manure and organo-mineral fertilization, in banana plantations on calcic haplic Phaeozems. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 231. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2882>

- Somasundaram, E., Kuttimani, R., & Velayudham, K. 2014. Ecofriendly nutrient management practices for yield and quality of banana. *Building Organic Bridges*. 2: 619-622.
- Souza, G. L., Nietsche, S., Xavier, A. A., Costa, M. R., Pereira, M. C., & Santos, M. A. 2016. Triple combinations with PGPB stimulate plant growth in micropropagated banana plantlets. *Applied Soil Ecology*. 103: 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.03.001>
- Souza, G. L. O. D. D., Silva, D. F. D., Nietsche, S., Xavier, A. A., & Pereira, M. C. T. 2017. Endophytic bacteria used as bioinoculants in micropropagated banana seedlings. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 39(2): 1-10. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017324>
- Shu-tang, Z. H. O. N. G., Zong-zhuan, S. H. E. N., Yi-fei, S. U. N., Na-na, L. Y. U., Yun-ze, R. U. A. N., Rong, L. I., & Qi-rong, S. H. E. N. 2015. Effects of continuous application of bio-organic fertilizer on banana production and cultural microflora of bulk soil in orchard with serious disease incidence. *Yingyong Shengtai Xuebao*. 26(2): 481-489.
- Silva, I. P. D., Silva, J. T. A. D., Pinho, P. J. D., Rodas, C. L., & Carvalho, J. G. D. 2013. Vegetative development and yield of the banana cv. 'Prata Anã' as a function of magnesium and potassium fertilization. *Idesia*. 31(2): 83-88.
- Soares, T. L., Souza, E. H. D., Costa, M. A. P. D. C., Silva, S. D. O., & Serejo, J. A. D. S. 2014. In vivo fertilization of banana. *Ciencia rural*. 44(1): 37-42. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000146>
- Stamford, N. P., Silva, E. V. N. D., Oliveira, W. D. S., Silva, M. C. F. D., Martins, M. D. S., & Silva, V. S. G. D. 2017. Organic matter inoculated with diazotrophic bacterium *Beijerinckia indica* and *Cunninghamella elegans* fungus containing chitosan on banana "Williams" in field. *Acta Scientiarum Agronomy*. 39(1): 33-41. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i1.30857>
- Suhasini, S. P., Hipparagi, K., Biradar, I. B., Patil, S. N., Suma, R., & Awati, M. 2018. Effect of Integrated Nutrient Management on Growth Parametres of Banana cv. Rajapuri. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 61(12): 1328-1334. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6064>
- Sunarta, I. N., & N. M. Trigunasih. 2017. Increase banana production with various applications of organic fertilizers. *Journal of Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*. 1(1): 12-14.
- Suswati, S., Indrawaty, A., Aziz, R., & Ramadhani, E. P. 2019. The Growth of FHIA-17 Banana Seedlings with Application of Hijauan Paitan Fertilizer *Titonia diversifolia* and Cow Manure. *Budapest International Research in Exact Sciences BirEx) Journal*. 14(1): 77-83. <https://doi.org/10.33258/birex.v1i4.480>
- Taulya, G. 2013. East African highland bananas *Musa spp.* AAA-EA) 'worry' more about potassium deficiency than drought stress. *Field Crops Research*. 151(1): 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.07.010>
- Thingnam, S. S., Lourembam, D. S., Tongbram, P. S., Lokya, V., Tiwari, S., Khan, M. K., ... & Thangjam, R. 2023. A Perspective Review on Understanding Drought Stress Tolerance in Wild Banana Genetic Resources of Northeast India. *Genes*. 14(1): 1-21. <https://doi.org/10.3390/genes14020370>
- Torres Bazurto, J., Sanchez, J. D., & Cayón Salinas, D. G. 2017. Nutrient accumulation

- models in the banana *Musa* AAA Simmonds cv. Williams) plant under nitrogen doses. *Acta Agronómica*. 663: 391-396.
- Tripathi, V. K., Tiwari, B., Kumar, S., Nayyer, A., & Lal, D. 2014. Growth, yield and quality attributes of tissue cultured banana as affected by bio-fertilizers. *Annals of Horticulture*. 71: 25-29.
- Umesha, C., Sridhara, C. J., & Kumarnaik, A. H. 2017. Recent forms of fertilizers and their use to improve nutrient use efficiency and to minimize environmental impacts. *International Journal Of Pure & Applied Bioscience*. 52: 858-63. <https://doi.org/10.18782/2320-7051.2739>
- Utomo, A. R., Nandariyah, & Yunus, A. 2021. The effect of murashige and skoog MS) and growmore fertilizer media composition on growth of ambon banana plants in vitro. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 637: 1-8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012013>
- Yuan, J., Ruan, Y., Wang, B., Zhang, J., Waseem, R., Huang, Q., & Shen, Q. 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria strain *Bacillus amyloliquefaciens* NJN-6-enriched bio-organic fertilizer suppressed *Fusarium* wilt and promoted the growth of banana plants. *Journal of agricultural and food chemistry*. 6116: 3774-3780. <https://doi.org/10.1021/jf400038z>
- Vázquez-Ovando, J. A., Andrino-López, D. K., Adriano-Anaya, M. D. L., Salvador-Figueroa, M., & Ovando-Medina, I. 2012. Sensory and physico-chemical quality of banana fruits “Grand Naine” grown with biofertilizers. *African J. of Agric., Res.* 733: 4620-4626. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2334>
- Van den houwe, I., Chase, R., Sardos, J., Ruas, M., Kempenaers, E., Guignon, V., Massart, S., Carpentier, S., Panis, B., Rouard, M., & Roux, N. 2020. Safe guarding and using global banana diversity: A holistic approach. *CABI Agriculture and Bioscience*. 115. 22p. <https://doi.org/10.1186/s43170-020-00015-6>.
- Vanilarasu, K., & Balakrishnamurthy, G. 2014a. Influences of organic manures and amendments in soil physiochemical properties and their impact on growth, yield and nutrient uptake of banana. *The Bioscan*. 92: 525-529.
- Vanilarasu, K., & Balakrishnamurthy, G. 2014b. Effect of organic manures and amendments on quality attributes and shelf life of banana cv. Grand Naine. *Agrotechnol*. 31: 1-3.
- Varma, V., & Bebbber D.P. 2019. Climate change impacts on banana yields around the world. *Nat. Clim. Chang.* 9:752–757. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0559-9>.
- Vázquez-Ovando, J. A., Andrino-López, D. K., Adriano-Anaya, M. D. L., Salvador-Figueroa, M., & Ovando-Medina, I. 2012). Sensory and physico-chemical quality of banana fruits “Grand Naine” grown with biofertilizers. *African J. of Agric., Res.* 733: 4620-4626. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2334>
- Xavier, F. A. D. S., Pereira, B. L. D. S., Souza, E. D. A., Borges, A. L., & Coelho, E. F. 2020. Irrigation systems, fertigation and mulch: effects on the physical, chemical and biological attributes of the soil with banana crop in Northeastern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 5120: 2592-2605. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1845359>

- Zhang, J., Bei, S., Li, B., Zhang, J., Christie, P., & Li, X. 2019. Organic fertilizer, but not heavy liming, enhances banana biomass, increases soil organic carbon and modifies soil microbiota. *Applied soil ecology*. 136: 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.12.017>
- Zhang, J., Li, B., Zhang, J., Christie, P., & Li, X. 2020. Organic fertilizer application and Mg fertilizer promote banana yield and quality in an Udic Ferralsol. *PLoS One*. 153. e0230593.
- Zheng, C., Yang, X., Liu, K. & Huang, Y. 2022. Effects of different potassium supply levels on potassium fertilizer of bananas under drip irrigation. *Applied Engineering in Agriculture*. 381: 155-163. <https://doi.org/10.13031/aea.14905>

## **APLIKASI ANP, OMAX, DAN SCOR PADA PENGUKURAN PRODUKTIVITAS RANTAI PASOK (STUDI UMKM JAYA BAROKAH SENTOSA)**

**Ilham Surya P.<sup>1\*</sup>, Wike Agustin P.D.<sup>1</sup>, Riska Septifani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, 65145

\*Email: [ilhamsurya@student.ub.ac.id](mailto:ilhamsurya@student.ub.ac.id)

### **ABSTRAK**

Jaya Barokah Sentosa merupakan UMKM yang mengolah pipilan jagung menjadi emping jagung. UMKM yang berlokasi di Pandanwangi, Malang, ini memiliki permasalahan berupa produktivitas rantai pasok yang fluktuatif karena perubahan harga bahan baku serta iklim dan cuaca yang tidak menentu untuk produksi. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penelitian dengan tujuan menganalisis nilai produktivitas rantai pasok yang terjadi pada tahun 2022 serta memberikan usulan perbaikan yang rasional berdasarkan nilai produktivitas rantai pasok tersebut. Metode yang digunakan yaitu kombinasi *Analytical Network Process* dan *Objective Matrix* dengan perspektif *Supply Chain Operation Reference*. Perumusan usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode *Traffic Light System*. Hasil produktivitas rantai pasok tertinggi pada Januari 2022, karena beberapa kriteria mengalami kenaikan produktivitas. Beberapa kriteria memiliki nilai dibawah rata-rata sehingga perlu ditingkatkan agar nilai produktivitas rantai pasok dapat meningkat. Kriteria yang perlu diperbaiki yaitu akurasi jadwal produksi, biaya pengadaan bahan baku, biaya produksi, volume produksi, dan volume bahan bakar

**Kata kunci:** Emping Jagung; Produktivitas; Rantai Pasok

### **ABSTRACT**

*Jaya Barokah Sentosa is an MSME that processes corn kernels into corn chips. This MSME which located in Pandanwangi, Malang, has problems in the form of fluctuating supply chain productivity due to changes in raw material prices and uncertain climate and weather for production. Based on the problems, this research was carried out with the aim of analyzing the value of supply chain productivity that occur in 2022 and providing rational improvement suggestion based on the value of supply chain productivity. The method that used in this research is a combination of Analytical Network Process and Objective Matrix with a Supply Chain Operation Reference perspective. The formulation of improvement suggestion is done by using the Traffic Light System method. The highest supply chain productivity's results is in January 2022, due to several productivity criteria increased. Several criterias have values below the average, so it needs to be improved so that the value of supply chain productivity can increase. Criteria that need to be improved are the accuracy of the production schedule, raw material procurement costs, production costs, production volume, and fuel volume.*

**Keywords:** Corn Chips; Productivity; Supply Chain

## PENDAHULUAN

1. UMKM Jaya Barokah Sentosa merupakan UMKM yang bergerak pada sektor agroindustri yaitu pengolahan jagung. UMKM tersebut mengolah pipilan jagung menjadi emping jagung. Sampai saat ini, produktivitas di UMKM Jaya Barokah Sentosa sangat fluktuatif dipengaruhi beberapa faktor. Produktivitas adalah sebuah rasio perbandingan antara besarnya keluaran dengan besarnya masukan (Darmayanti, 2016).
2. Pengukuran produktivitas dapat dilakukan menggunakan beragam metode, seperti OMAX, craig harris, dan APC. Saat ini belum banyak penelitian yang mengintegrasikan beberapa metode untuk mengukur besarnya produktivitas. Metode OMAX akan dikombinasikan dengan metode pembobotan guna menganalisis besarnya nilai produktivitas pada periode tertentu. Penggunaan Supply Chain Operation Reference (SCOR) digunakan untuk mendapatkan perspektif mengenai kriteria yang berkaitan dengan naik turunnya nilai produktivitas (Saragih, 2013). Tujuan penelitian ini yaitu memperoleh besarnya nilai produktivitas rantai pasok, menganalisis faktor yang mempengaruhinya serta memberi usulan yang rasional untuk menyikapi permasalahan tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada UMKM Jaya Barokah Sentosa yang berlokasi di Pandanwangi, Kota Malang. Metode yang digunakan untuk menganalisis produktivitas rantai pasoknya berupa ANP dan OMAX, serta penentuan kriteria yang berpengaruh menggunakan metode SCOR.

### UMKM Jaya Barokah Sentosa

Merupakan UMKM yang memproduksi emping jagung setengah jadi, yaitu produk emping jagung yang belum digoreng. Kapasitas produksi UMKM tersebut adalah 1000 kilogram bahan baku perhari, dimana produk yang dihasilkan mencapai 700 hingga 800 kilogram. Produksi emping jagung yang dilakukan di UMKM Jaya Barokah Sentosa meliputi proses perebusan bahan, pencucian dan perendaman bahan, pengukusan, kemudian pemipihan. Setelah bahan dipipihkan akan langsung dilakukan pengeringan dan dikemas saat sudah kering. Lama waktu produksi dari perebusan hingga pengemasan di UMKM Jaya Barokah Sentosa selama 60 hingga 72 jam.

### *Supply Chain Operation Reference (SCOR)*

Merupakan metode pengukuran rantai pasok yang dikembangkan oleh SCC di tahun 1996. Metode ini dikembangkan untuk memudahkan pengukuran dan meningkatkan kinerja rantai pasok disebuah organisasi atau perusahaan (Chotimah dkk., 2018). Dalam metode SCOR terdapat lima dimensi kriteria yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver* dan *return*. Menurut Handayani (2013) kelima dimensi tersebut sebagai berikut:

#### 1. *Plan*

Kegiatan merencanakan produksi baik dari segi pengadaan bahan baku hingga rencana jadwal produksi

#### 2. *Source*

Kegiatan pengadaan bahan baku, seperti pemenuhan permintaan bahan yang diperlukan untuk keberlanjutan proses produksi

#### 3. *Make*

Kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk sesuai dengan kriteria yang diperlukan

pasar dan konsumen. Kegiatan tersebut dipengaruhi banyak faktor seperti ketersediaan bahan baku dan harga bahan baku tersebut.

#### 4. Deliver

Kegiatan pengiriman produk kepada konsumen, termasuk perencanaan saluran distribusi yang tepat agar efektif dan efisien

#### 5. Return

Kegiatan pengembalian barang, baik dari konsumen kepada produsen maupun produsen kepada pemasok.

### **Analytical Network Process (ANP)**

Metode pembobotan kriteria yang dikembangkan dengan dasar *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Perbedaan metode ini dengan metode AHP yaitu adanya hubungan keterkaitan antar kriteria seperti *innerdependence* dan *outerdependence* (Garcia dan Guitari, 2022). *Innerdependence* merupakan hubungan antar kriteria dalam *node* atau *cluster* yang sama, sedangkan *outerdependence* merupakan hubungan antar kriteria antar *node* atau *node* yang berbeda.

### **Objective Matrix (OMAX)**

Merupakan metode pengukuran produktivitas total yang umum digunakan. Metode tersebut membagi level kriteria menjadi sebelas level yaitu level 0 terendah hingga level 10 tertinggi (Ramayanti dkk., 2020). Output dari metode ini adalah nilai current dan nilai indeks produktivitas, dimana nilai current merupakan nilai produktivitas periode tersebut dan nilai indeks produktivitas merupakan nilai persentase fluktuasi produktivitas dibandingkan periode sebelumnya. Metode OMAX umumnya dikombinasikan dengan metode Traffic Light System (TLS) untuk menganalisis kriteria apa saja yang perlu diperbaiki. Penelitian ini juga menggunakan TLS sebagai metode untuk mendapatkan kriteria yang rendah tingkat produktivitasnya sehingga dapat diperbaiki.

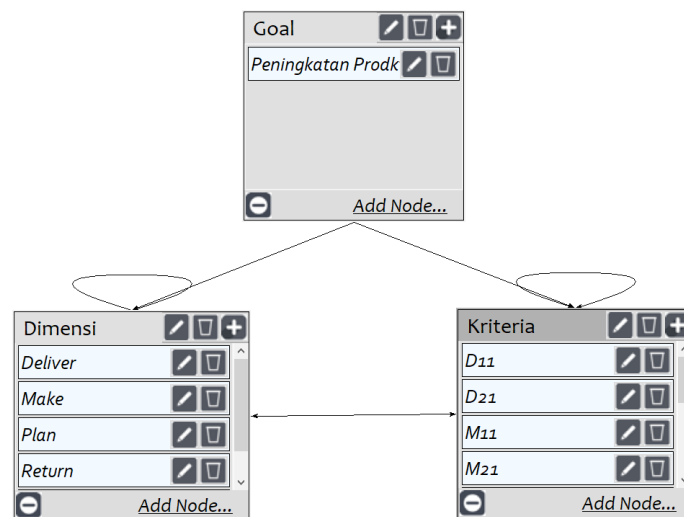
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Metode SCOR digunakan untuk mendapatkan kriteria yang berpengaruh pada nilai produktivitas rantai pasok. Kriteria yang didapatkan menggunakan SCOR kemudian akan divalidasi bersama pihak UMKM, dalam hal ini adalah pemilik bisnis. Kriteria yang sudah divalidasi dapat diamati pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kriteria tervalidasi

<b>Dimensi</b>	<b>Kode</b>	<b>Kriteria</b>
Plan	P11	Akurasi jadwal produksi
	P21	Akurasi biaya untuk merencanakan
Source	S11	Akurasi ketepatan bahan
	S21	Biaya pengadaan bahan
Make	M11	Volume produksi
	M21	Biaya produksi
Deliver	D11	Waktu tunggu konsumen
	D21	Volume bensin
Return	R11	Jumlah produk cacat
	R21	Biaya pengembalian barang

Kriteria yang sudah divalidasi pada Tabel 3.1 kemudian akan di bobotkan menggunakan metode ANP. Dalam pelaksanaannya, metode tersebut akan dijalankan menggunakan *software* Super Decision. Struktur ANP yang dibangun pada *software* tersebut dapat diamati pada Gambar 3.1. Data kepentingan tiap kriteria dibandingkan kriteria lainnya didapatkan dengan pengisian kuesioner sebanyak 3 responden yakni pemilik dan 2 orang pekerja. Hasil pembobotan dapat diamati pada Tabel 3.2



Gambar 3.1 Struktur ANP

Tabel 3.2 Hasil Pembobotan Kriteria

Kode Kriteria	Bobot
P11	0,113
P21	0,086
S11	0,096
S21	0,079
M11	0,140
M21	0,102
D11	0,108
D21	0,111
R11	0,081
R21	0,080

Setiap kriteria yang sudah dibobotkan, akan dilakukan perhitungan produktivitas menggunakan OMAX. Perhitungan yang dilakukan adalah setiap bulan, sehingga dalam satu tahun 2022 terdapat 12 periode atau 12 bulan. Setelah dihitung tingkat produktivitas setiap bulannya kemudian akan direkap dan disimpulkan kriteria yang memerlukan perbaikan menggunakan metode TLS. Rekapitulasi keseluruhan tingkat produktivitas dapat diamati pada Tabel 3.3, kemudian rekapitulasi indeks produktivitas dapat diamati pada Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Rekap Tingkat Produktivitas

<b>Bulan</b>	<b>Tingkat Produktivitas</b>
Januari	7,622
Februari	7,847
Maret	6,862
April	6,521
Mei	7,452
Juni	5,406
Juli	5,408
Agustus	4,368
September	6,673
Oktober	5,704
November	4,596
Desember	4,511

Tabel 3.4 Rekap Indeks Produktivitas

<b>Bulan</b>	<b>Tingkat Produktivitas (%)</b>
Januari	25,34
Februari	2,96
Maret	-12,55
April	-4,97
Mei	14,27
Juni	-27,46
Juli	0,04
Agustus	-19,24
September	52,77
Oktober	-14,52
November	-19,41
Desember	-1,85

Berdasarkan Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 dapat diamati bahwa tingkat produktivitas tertinggi pada bulan Februari 2022 sebesar 7,847 dipengaruhi oleh iklim dan cuaca cerah yang mendukung untuk pelaksanaan proses produksi, sedangkan terendah pada bulan Agustus 2022 sebesar 4,368 dipengaruhi oleh iklim dan cuaca yang kurang mendukung untuk proses produksi serta jumlah hari kerja yang lebih sedikit dibandingkan periode lainnya. Setelah dilakukan rekapitulasi tingkat produktivitas masing-masing kriteria yang sudah dilakukan perhitungannya menggunakan OMAX. Rekapitulasi dilakukan untuk mendapatkan kriteria yang dibawah standar dan perlu diperbaiki, analisis kriteria yang perlu diperbaiki menggunakan bantuan TLS. Rekapitulasi dapat diamati pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Rekapitulasi Level Kriteria

	P11	P21	S11	S21	M11	M21	D11	D21	R11	R21
Januari	10	10	10	9	5	2	10	3	10	10
Februari	9	10	10	6	5	0	10	10	10	10
Maret	5	10	10	5	3	10	10	0	10	10
April	2	10	10	2	2	2	10	10	10	10
Mei	9	10	10	7	10	3	10	3	10	10
Juni	2	10	10	2	2	2	10	0	10	10
Juli	1	10	10	1	1	2	10	3	10	10
Agustus	0	10	10	0	0	9	10	0	10	10
September	1	10	10	10	10	3	10	3	0	10
Oktober	6	10	10	3	3	3	10	3	0	10
November	1	10	10	1	1	2	10	3	0	10
Desember	1	10	10	1	1	9	10	3	0	10
Total	47	120	120	47	43	47	120	41	80	110
Rata-rata	3,9	10	10	3,9	3,6	3,9	10	3,4	6,6	9,1

Kriteria yang perlu diperbaiki adalah kriteria yang memiliki nilai rata-rata dibawah 4. Hal tersebut karena pembagian kategori warna pada metode TLS menjadi merah, kuning, dan hijau. Kategori merah adalah kategori dibawah rata-rata dan perlu diperbaiki secepat mungkin dengan rentang skor 0 hingga 3. Kategori kuning adalah kategori rata-rata yaitu perlu diperbaiki tapi utama dengan rentang skor 4 hingga 7, dan kategori hijau adalah kategori terbaik yaitu kriteria tersebut sampai pada level puncak produktivitas dengan rentang skor 8 hingga 10 (Putri dan Surjasa, 2018). Berdasarkan Tabel 3.5 dapat disimpulkan bahwa kriteria yang memerlukan perbaikan adalah kriteria P11, S21, M11, M21, dan D21. Kelima kriteria tersebut akan diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan kondisi aktual UMKM Jaya Barokah Sentosa. Rekapitulasi kriteria yang perlu diperbaiki serta solusi perbaikannya dapat diamati pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Rekapitulasi Solusi Perbaikan

Permasalahan	Kriteria	Perbaikan
Tenaga kerja kurang ahli	P11, S21, M21	Perekrutan tenaga kerja yang ahli
Tenaga kerja kurang teliti	P11, S21, M21	Pengecekan kembali oleh pemilik
Kapasitas alat kurang besar	M11, M21	Penggunaan/pembelian alat dengan kapasitas yang lebih besar
Penggunaan alat kurang maksimal	M11	Pengoptimalan penggunaan alat perlu diatur kembali
Alat yang digunakan versi lama	M11, M21, D21	Pembelian alat dengan teknologi terbaru
Standar produk belum jelas	M21	Penetapan standar acuan untuk produk
Cara produksi tidak maksimal	M11, M21	Pembentukan SOP untuk produksi serta pengoptimalan penggunaan mesin yang ada
Kualitas bahan beragam	P11, M11, M21	Pemeriksaan bahan secara berkala
Harga bahan fluktuatif	S21	Perubahan metode pembelian yang digunakan menjadi metode yang lebih sesuai seperti forward buying

Usulan perbaikan yang diberikan adalah bentuk rekomendasi yang akan diserahkan kepada pihak UMKM Jaya Barokah Sentosa. Usulan tersebut akan dipertimbangkan kembali oleh pihak UMKM dengan mempertimbangkan kembali kondisi aktual UMKM.

## **KESIMPULAN**

Setelah dilakukan penelitian dapat disimpulkan beberapa poin sesuai dengan tujuan yang direncanakan sebagai berikut:

1. Nilai produktivitas rantai pasok tertinggi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Agustus masing-masing sebesar 7,847 dan 4,368.
2. Faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas secara keseluruhan ada 5 kriteria meliputi akurasi jadwal produksi, biaya pengadaan bahan, volume produksi, biaya produksi, dan volume bensin
3. Usulan perbaikan direncanakan untuk membuat kriteria yang masih dibawah rata—rata untuk meningkat pada masa mendatang seperti perekrutan tenaga kerja, pengoptimalan penggunaan mesin, penetapan standar, dan pembaruan teknologi.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang turut menyukseskan penulisan penelitian ini, terkhusus untuk kedua dosen pembimbing penulis yaitu Ibu Wike Agustin Prima Dania, STP, M.Eng, Ph.D, dan Ibu Riska Septifani, STP, MP.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Chotimah RR, Purwanggono B, dan Susanty A. 2018. Pengukuran kinerja rantai pasok menggunakan metode scor dan ahp pada unit pangantongan pupuk urea PT. Dwimatama Multikarsa Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*. 6(4): 1-8.
- Darmayanti EF. 2016. Analisis produktivitas kerja karyawan dikaitan dengan time management. *AKUISISI*. 12(2): 42-51
- Garcia DJ dan Guitart VE. 2022. Comparative analysis between ahp and anp in prioritization of ecosystem services: A case study in a rice field area raised in the Guadalquivir Marshes (Spain). *Ecological Informatics*. 79(2022): 1-11.
- Handayani DI. 2013. Identifikasi risiko rantai pasok berbasis sistem traceability pada minuman sari apel. *Spektrum Industri*. 11(2): 117-126.
- Ramayanti G, Sastragundara G, dan Supriyadi. 2020. Analisis produktivitas dengan metode objective matrix (OMAX) di lantai produksi perusahaan botol minuman. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*. 6(1): 31-38.
- Revaldiwansyah MB, dan Ernawati D. 2021. Analisis pengukuran kinerja supply chain management dengan menggunakan metode supply chain operation reference (scor) berbasis anp dan omax (studi kasus pada PT. Giri Palma). *Juminten: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*. 2(3): 1-12.
- Saragih SH. 2013. Penerapan metode analytical hierarchy process (AHP) pada sistem pendukung keputusan pemilihan laptop. *Pelita Informatika Budi Dharma*. 6(2): 82-88.
- Sari RA, Yuniarti R, dan Safitri FRN. 2018. Evaluasi kinerja perusahaan berdasarkan perspektif organisasi, proses dan staf berbasis ahp dan omax. *Jurnal Teknik Industri*.

10(1): 49-57.

Setiowati R. 2017. Analisis pengukuran produktivitas departemen produksi dengan metode objective matrix (omax) pada CV. Jaya Mandiri. Faktor Exacta. 10(3): 199-209.

Sirait M. 2020. Analisa produktivitas pada umkm dompet kulit dengan metode objective matrix (oamx). Teknoin. 26(1): 23-29.

## PENGARUH VARIASI SUHU DAN WAKTU KLARIFIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK MINYAK SAWIT

Adi Ruswanto<sup>1\*</sup>, Reza Widyasaputra<sup>2</sup>, Ida Bagus Banyuro Partha<sup>3</sup>, Arief Ika Uktoro<sup>4</sup>,  
Nuraeni Dwi Dharmawati<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

<sup>3</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

<sup>4</sup>Teknik Pertanian, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

<sup>5</sup>Teknik Pertanian, Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

\*Email: [adirus@instiperjogja.ac.id](mailto:adirus@instiperjogja.ac.id)

### ABSTRAK

Klarifikasi dalam pengolahan minyak sawit kasar menjadi faktor penting, pada tahapan proses pemisahan minyak sawit dengan kotoran.. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu proses awal klarifikasi minyak sawit terhadap karakteristik minyak sawit yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan split-plot. Petak utama adalah suhu pemanasan klarifikasi (S) yang terdiri 3 taraf yaitu; S1 = suhu 50-55°C, S2 = suhu 65-70°C, S3 = suhu 75-80°C. Petak bagian adalah waktu proses klarifikasi (W) yang terdiri 3 taraf yaitu ; waktu 1,5 jam, waktu 3,0 jam, waktu 4,5 jam. Pengamatan hasil meliputi kadar karoten, angka peroksida. Data analisis yang diperoleh dianalisis keragaman (ANOVA) dan jika ada perbedaan dilanjutkan uji DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan semakin suhu klarifikasi semakin tinggi dan semakin lama waktu maka menaikkan angka peroksida, tetapi menurunkan kadar kotoran, kadar karoten.

**Kata kunci:** klarifikasi; minyak sawit; karakteristik; proses.

### ABSTRACT

Clarification in the processing of crude palm oil is an important factor, at the stages of the process of separating palm oil from impurities. This study aims to determine the effect of temperature and initial processing time of palm oil clarification on the characteristics of the resulting palm oil. This study uses a split-plot experimental design. The main plot is the clarification heating temperature (S) which consists of 3 levels namely; S1= temperature 50-55°C, S2= temperature 65-70°C, S3= temperature 75-80°C. The subplot is the clarification process time (W) which consists of 3 levels namely; time 1.5 hours, time 3.0 hours, time 4.5 hours. Observations of the results include levels of carotene, peroxide value. The analytical data obtained were analyzed for variance (ANOVA) and if there were differences continued with the 5% DMRT test. The results showed that the higher the clarification temperature and the longer the time, the higher the peroxide value, but lowered the dirt content, carotene content.

**Keywords:** characteristics; clarification; palm oil; process.

## PENDAHULUAN

Pada pengolahan minyak sawit di pabrik kelapa sawit, tahap klarifikasi sangat penting artinya karena, merupakan kunci pada proses pemisahan minyak dari pengotornya, diantaranya air, pasir, tanah serabut. Proses klarifikasi ini harus memperhatikan suhu dan waktu dalam tangki klarifikasi (Sembiring et al., 2018;sterilizing station, thressing station, pressing station, clarification station, and kernelery station. So far, the company is still implementing corrective maintenance maintenance system for production machines where the machine repair is done after damage occurs. Problems at PT. XYZ is the absence of scheduling engine maintenance in a planned manner resulting in the engine often damaged which can disrupt the smooth production. Another factor that is the problem in this research is the kernel station environment that becomes less convenient for operators such as there are machines and equipment not used in the production area, slippery, muddy, scattered fibers, incomplete use of PPE, and lack of employee discipline. The most commonly damaged machine is in the seed processing station (kernel station Ngadi & Mba, 2015). Biasanya klarifikasi dilakukan pada suhu 80-90°C dengan harapan kualitas dan kuantitas yang diperoleh maksimal (Corley and Tinker, 2016). Tujuan klarifikasi memisahkan minyak sawit dari pengotor. Metode pemisahan pada dasarnya dengan prinsip grafitasi dan pengendapan dengan memperhatikan viskositas minyak sawit, dimana titik cair minyak sawit dan jika proses tidak baik akan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Tan et al., 2020). Selain itu kehilangan minyak akan lebih tinggi (Ernita et al., 2018).

Klarifikasi sering disebut pemurnian, di pabrik kelapa sawit selama proses berlangsung suhu *raw material* dipertahankan antara 80-90°C (Pahan, 2012). Minyak kelapa sawit hasil proses pelumatan dan pengempaan terdiri dari minyak sekitar 66%, air 24%, padatan tak berminyak 10% (NOS). Selanjutnya minyak kasar tersebut disaring dengan saringan bergetar dua dek dengan ukuran 20 dan 40 mesh. Tahap selanjutnya minyak yang diperoleh dilakukan pengendapan selama 2 jam untuk memisahkan minyak menjadi dua bagian, minyak dan endapan (lumpur), proses ini dilam tangka pemurnian. Berdasarkan prinsip perbedaan berat jenis maka minyak berada di bagian atas, dan di dipisahkan. Tahap terakhir sejumlah air diuapkan dengan pengering vakum (Noviar et al., 2016; Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008)). Hasil minyaknya di simpan dalam tangki timbun siap dipasarkan. Penurunan mutu minyak sawit identik dengan kenaikan kadar asam lemak bebasnya) sangat dipengaruhi tahap proses penanganan bahan, mulai dari pemanenan, pengangkutan ke pabrik minyak kelapa sawit (Krisdiarto et al., 2017).

Pembentukan asam lemak bebas dikarenakan adanya proses hidrolisa dari minyak karena adanya air, enzim lipase dan dapat di percepat adanya panas (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2003). Permasalahan yang ada bahwa proses klarifikasi di PKS biasanya pada suhu sekitar 90°C dengan waktu retensi 3 sampai 4 jam. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan minyak baik secara hidrolisis maupun oksidasi yang berakibat menurunkan kualitas minyak sawit. Disisi lain proses pemisahan dapat perjalan baik apabila minyak sifatnya cair, suhunya bisa di bawah 90°C. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik minyak sawit dari pengaruh variasi suhu dan waktu awal klarifikasi.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi bahan utama yang digunakan dalam penelitian dan metode yang digunakan dalam pemecahan permasalahan termasuk metode analisis.

## Bahan

Bahan-bahan yang buah sawit dari kebun SEAT INSTIPER di Jawa Tengah dan untuk analisis hasil diantaranya dari ethyl alkohol, sodium hidrosida, indikator thymolblue 1% dalam alkohol 95%, larutan asam asetat:chloroform (3:2 v/v), amilum 1%, Na-thiosulfat 0,1 N, n-hexana, kalium iodida, karbontetrachlorida (Merck, 99%) diperoleh dari laboratorium Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

## Alat

Peralatan penelitian diantaranya spektrofotometer UV-Vis, sterilizer, thresher, digester dan press, sand trap tank (modifikasi Pilot Plant Intitut Pertanian Stiper Yogyakarta), boiler merk Miura kapasitas 200 liter, peralatan gelas, buret, soxhlet, oven, timbangan digital.

## Metode

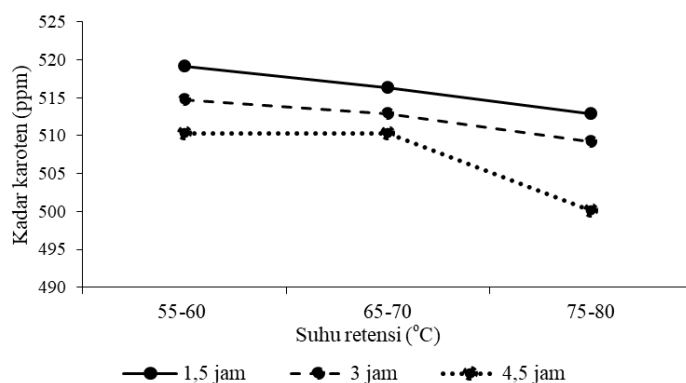
Pertama menyiapkan brondolan buah sawit, ditimbang dan segera dilakukan proses sterilisasi selama 90 menit tekanan 3 bar, selanjutnya dilumatkan dalam digester dan dipres. Minyak hasil pres di tambahkan air panas sebanyak 1:1 dan dilanjutkan penyaringan. Minyak kasar disiapkan sebanyak 300 ml dalam gelas beaker/perlakuan. Kemudian dilakukan pemanasan sesuai rancangan percobaan. Rancangan penelitian menggunakan Split-plot Design (rancangan petak terbagi). Petak utama adalah suhu pemanasan klarifikasi yang terdiri 3 taraf yaitu S1:suhu 55-60°C, S2:suhu 65-70°C, S3: suhu 75-80°C. Petak bagiannya adalah waktu klarifikasi yang terdiri 3 taraf yaitu waktu 1,5 jam (W1), waktu 3,0 jam (W2), waktu 4,5 jam (W3). Minyak yang diperoleh di analisis kadar karoten (Kuntom et al., 2005), kadar kotoran (AOCS, 2003), angka peroksida (AOCS, 2003). Data dari 3 ulangan yang diperoleh dilakukan uji ANOVA menggunakan SPSS 25 dan apabila hasilnya berbeda signifikan dilanjutkan uji DMRT 5%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan didasarkan pada faktor pada suhu dan waktu retensi klarifikasi, pada setiap parameter pengamatan disampaikan di bawah ini.

### 1. Kadar Karoten

Warna merah pada minyak sawit dikarekan adanya pigmen alami karoten. Kadar karoten pada minyak sawit hasil dari penelitian dapat dilihat pada gambar 3

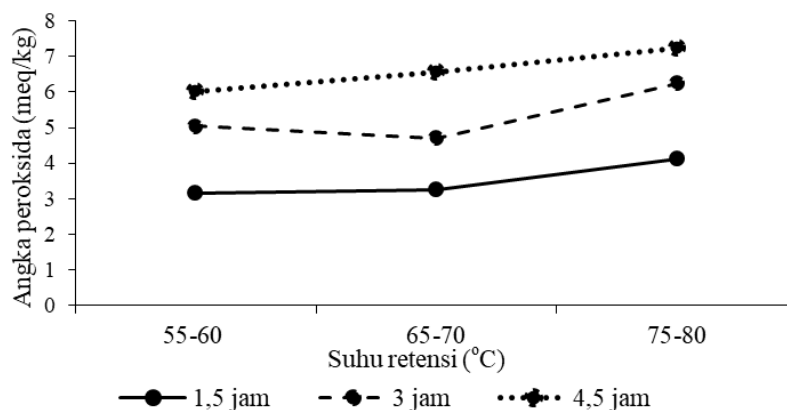


Gambar 1. Hubungan suhu dengan waktu retensi terhadap kadar karoten

Berdasarkan hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan ada pengaruh signifikan suhu dan juga waktu klarifikasi terhadap kadar karoten. Gambar 1 terlihat bahwa semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu klarifikasi maka akan terjadi penurunan kadar karoten. Penurunan kandungan karoten diakibatkan disebabkan adanya degradasi zat warna karoten akibat pemanasan yang semakin lama semakin tinggi. Semakin tinggi suhu dan lama proses klarifikasi maka semakin lama waktu kontak, transfer panas antara bahan yang mengandung karoten dengan sumber panas semakin lama sehingga degradasi karoten semakin tinggi akibatnya kadar karoten menurun. Standard minimal kadar karoten minyak sawit 474 -500 ppm. Kerusakan atau degradasi karoten dapat diakibatkan karena kontak bahan dengan suhu yang cukup tinggi, namun dapat juga karena penundaan proses (Salamah & Sarah, 2019; Sutan et al, 2016). Kerusakan karoten akibat pemanasan baik dari uap panas ataupun udara panas bisa terjadi (Sarah, 2015).

## 2. Angka Peroksida

Kerusakan minyak dapat terjadi karena reaksi oksidasi yang menghasilkan peroksida pada tahap awal proses tersebut, Hasil analisis angka peroksida dari minyak sawit dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.

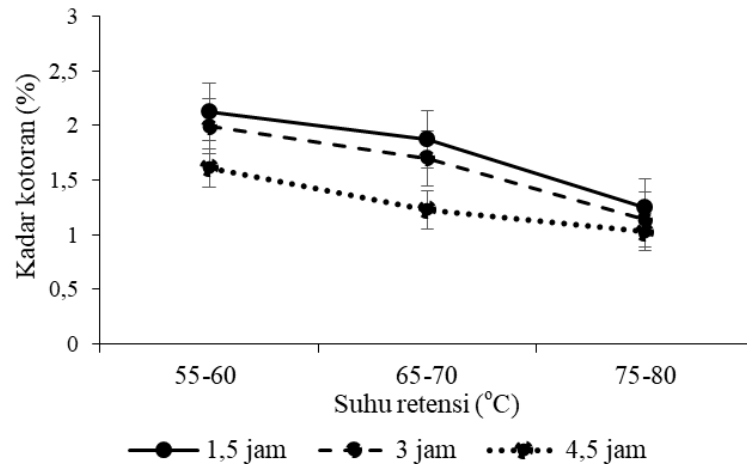


Gambar 2. Hubungan suhu dengan waktu retensi terhadap angka peroksida

Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada  $p = 5\%$  menunjukkan ada pengaruh signifikan pada faktor waktu dan suhu klarifikasi terhadap angka peroksida. Pada gambar 2 terlihat bahwa semakin lama waktu klarifikasi dan semakin tinggi suhu maka semakin terjadi kenaikan angka peroksida. Penyebabnya adalah terjadinya kerusakan minyak akibat oksidasi yaitu adanya pemanasan pada suhu proses klarifikasi. Semakin lama waktu pemanasan dan semakin tinggi suhu klarifikasi maka semakin lama waktu transfer panas antara minyak sawit di dalam minyak sawit saat proses klarifikasi yang menyebabkan tingginya oksidasi minyak sawit, yang menghasilkan peroksida. Standard maksimal angka peroksida 3 meq/kg. (Corley and Tinker, 2016). Akibat proses oksidasi minyak akan terbentuk hidroperoksida dan peroksida sebagai produk primernya dan akan terus berlanjut kerusakan oksidasi tersebut jika adanya kontak dengan udara atau panas (Ahmed et al., 2016). Kerusakan karoten akibat pemanasan baik dari uap panas ataupun udara panas bisa terjadi (Anggelo et al., 2009). Terbentuknya peroksida dan hidroperoksida pada minyak sawit ini sebagai bukti terjadinya proses oksidasi dan degradasi minyak sawit tersebut, semakin tinggi nilai peroksida menunjukkan oksidasi minyak yang semakin tinggi.

### 3. Kadar Kotoran

Salah satu kriteria mutu dari minyak sawit adalah kandungan kotoran. Berdasarkan hasil dari penelitian untuk kandungan kotoran minyak sawit dari perlakuan dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hubungan suhu dengan waktu retensi terhadap kadar kotoran

Terlihat pada gambar 3 bahwa semakin tinggi suhu proses klarifikasi dan semakin lama maka kadar kotoran minyak semakin kecil. Hal ini dikarenakan minyak sawit akan semakin encer dan naik kepermukaan dan terpisah dengan sludge. Menurut Naibaho (1998) dan Kramanandita et al., (2014), pemisahan minyak dengan non minyak dimulai di sand trap-tank dengan prinsip minyak sawit memiliki berat jenis (BJ) lebih kecil dibandingkan komponen lain seperti pasir, sludge, minyak sehingga berada di bagian teratas dan selanjutnya dilakukan pengutipan. Corley and Tinker (2016), pada proses klarifikasi minyak sawit, suhu yang digunakan sekitar 80-90°C untuk memudahkan pemisahan minyak dengan non-minyak diantaranya air, padatan, serat, pasir. Minyak mempunyai densitas yang lebih kecil dari ketiga komponen non-minyak tersebut, sehingga minyak akan berada di bagian paling atas. Hal ini bisa terjadi jika kondisi larutan tersebut bersifat tidak menggumpal.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu retensi (klarifikasi) akan menaikkan angka peroksida, tetapi menurunkan kadar karoten, kadar kotoran minyak sawit. Semakin lama waktu retensi (klarifikasi) akan menaikkan angka peroksida, tetapi menurunkan kadar kotoran minyak sawit. Perlakuan suhu retensi dan waktu retensi berpengaruh terhadap angka peroksida, kadar kotoran, kadar karoten minyak sawit. Hasil minyak sawit terbaik diperoleh pada perlakuan suhu 55-60°C dan waktu retensi 1,5 jam dengan hasil kadar karoten 516,12 ppm, angka peroksida 3,15 meq/kg, kadar kotoran 2,13%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih atas dukungan dan bantuan biaya untuk penelitian ini kepada Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., Pickova, J., Ahmad, T., Liaquat, M., Farid, A., & Jahangir, M. (2016). Oxidation of Lipids in Foods. *Sarhad Journal of Agriculture*, 32(3), 230–238. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2016.32.3.230.238>
- Anggelo, St. J., Vercellotti, Tom, Jacks, & Michael, L. (2009). Lipid Oxidation in Foods - an Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36:3, 175–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408399609527723>
- AOCS. (2003). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 5th edn. American Oil Chemists' Society Champaign Illinois. In *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 5th edn. American Oil Chemists' Society Champaign* (5th ed., Vol. 5).
- Corley R.H.V and Tinker P.B. (2016). *The Oil Palm* (Fifth). Blackwell Science Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118953297>
- Ernita, T., Jauhari, G., & Helia, T. maiyuni. (2018). Analisis Kehilangan Minyak ( Oil Losses ) Pada Proses Pengolahan CPO ( Crude Palm Oil ) Dengan Metode SPC ( Statistical Proses Control ). *Saintek*, 2(1), 15–23.
- Kramanandita, R., Bantacut, T., Romli, M., & Makmoen, M. (2014). Impact of efficiency Changes at palm oil mill sterilization station using leontief input - output model. *Journal of Industrial Research*, 8(2), 129–134.
- Kuntom, A., Lin, S. W., Ai, T. Y., Yusof, M., Sue, T. T., & Ibrahim, N. A. (2005). *MPOB Test Methods: a compendium of test on palm oil products, palm kernel products, fatty acids, foot related products and other*. Malaysian Palm Oil Board. mpob.gov.my.
- Mangoensoekarjo S dan Semangun H. (2008). *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit* (3rd ed.). Gadjah Mada University Press.
- Naibaho, P. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit* (2nd ed.). Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. publikasi@iopri.org
- Ngadi, M., & Mba, O. I. (2015). Palm oil : Processing , characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Bioscience*, 10, 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>
- Pahan, I. (2012). *Panduan Kelapa Sawit . Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hiliritle* (R. Prayugo, Surip dan Armando (ed.); 11th ed.). Penebar swadaya Jakarta.
- Salamah, S., & Sarah, M. (2019). Process Optimization to Preserve  $\beta$ -Carotene during Palm Fruit Irradiation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1235(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1235/1/012066>
- Sarah, M. (2015). *Effects Of Time and Temperature on Process and Crude Palm Oil Quality with Microwave Irradiation Sterilization*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Sembiring, N., Panjaitan, N., & Saragih, A. F. (2018). The engine maintenance scheduling by using reliability centered maintenance method and the identification of 5S application in PT. XYZ. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012127>
- Sutan, Sandra Malin , Ahmad Diyanal Arifin, dan Yusuf, H. (2016). Identifikasi Non-

Destructive Kandungan Total Karoten Pada Buah Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Berbasis Analisis Citra. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 20(1), 10.

Tan, Y. D., Lim, J. S., Rafidah, S., & Alwi, W. (2020). *Optimal Design of Integrated Palm Oil Complex with Palm Oil Mill Effluent Elimination Strategy*. 78(2013), 1–6. <https://doi.org/10.3303/CET2078001>

## **KAJIAN LITERATUR: POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH KOPI DAN SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU KEMASAN *BIODEGRADABLE***

**Dedy Rahmad<sup>1\*</sup>, Dwi Kemala Putri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia Bahan Nabati, Politeknik ATI Padang, Bungo Pasang - Tabing Sumatera Barat

\*Email: rahmad.dedy@gmail.com

### **ABSTRAK**

Penggunaan sampah sekali pakai di Indonesia semakin meresahkan. Pergeseran gaya hidup, dari budaya makan bersama yang bergeser menjadi “makanan bungkus” yang umumnya dikemas menggunakan *styrofoam*, sebagai pilihan kemasan dengan harga murah, mampu menahan suhu dengan baik, ringan dan praktis. Namun disisi lain, *styrofoam* adalah kemasan sekali pakai, tidak terurai, jika dibakar menghasilkan gas berbahaya sehingga menjadi polemik lingkungan global. Fakta mengkhawatirkan lainnya, ada migrasi cemaran stirena dari *styrofoam* ke makanan yang bersifat karsinogenik. Kondisi ini memperkuat urgensi alternatif kemasan pengganti *styrofoam*. Upaya pengurangan penggunaan *styrofoam* dapat dilakukan dengan produksi kemasan biodegradable atau biofoam. Biofoam dapat dibuat dari bahan alami seperti hasil samping industri yang dapat terurai menggunakan *baking process*, *thermopressing*, dan ekstruksi. Kajian literatur ini membahas potensi dari limbah komoditi lokal Sumatera Barat, yaitu sabut kelapa dan limbah kopi. Hasil analisa kelayakan berdasarkan kajian literatur menunjukkan bahwa baik sabut kelapa dan limbah kopi potensial digunakan sebagai bahan baku biofoam, namun untuk meningkatkan daya tahan biofoam terhadap air dan minyak diperlukan bahan pemlastis dan pengisi.

**Kata kunci:** ampas kopi; biofoam; plastik; polimer; PVA

### **ABSTRACT**

*The use of single-use waste in Indonesia is a growing concern. The shift from communal dining to the prevalent practice of “takeaway food” in styrofoam packaging is inexpensive, temperature-resistant, lightweight, and practical. However, styrofoam is a non-decomposable material that releases hazardous gases when burned, posing a global environmental controversy. Another worry is the migration of styrene contamination from styrofoam to food, increasing the urgency for alternative packaging materials. Efforts to reduce styrofoam use can be achieved through biodegradable or biofoam packaging made from natural materials like coconut husks and coffee waste. Feasibility analysis based on literature review supports the use of coconut husks and coffee waste as biofoam raw materials. However, plasticizers and fillers are necessary to enhance water and oil resistance.*

**Keywords:** *biofoam; coffee grounds; plastics; polymer; PVA*

## PENDAHULUAN

Kemasan adalah bagian yang tidak terpisahkan dari produk pangan (Konstantoglou *et al*, 2020), karena fungsinya sebagai pelindung produk dari kerusakan (Regattieri *et al*, 2013), media pemasaran dan menjanjikan kemudahan penggunaan dan penyimpanan produk (Wyrwa dan Braska, 2017). Tren kemasan terus berkembang seiring dengan perubahan gaya hidup sehingga bahan baku kemasan menjadi topik kajian yang terus dibahas (Marsh *et al*, 2007).

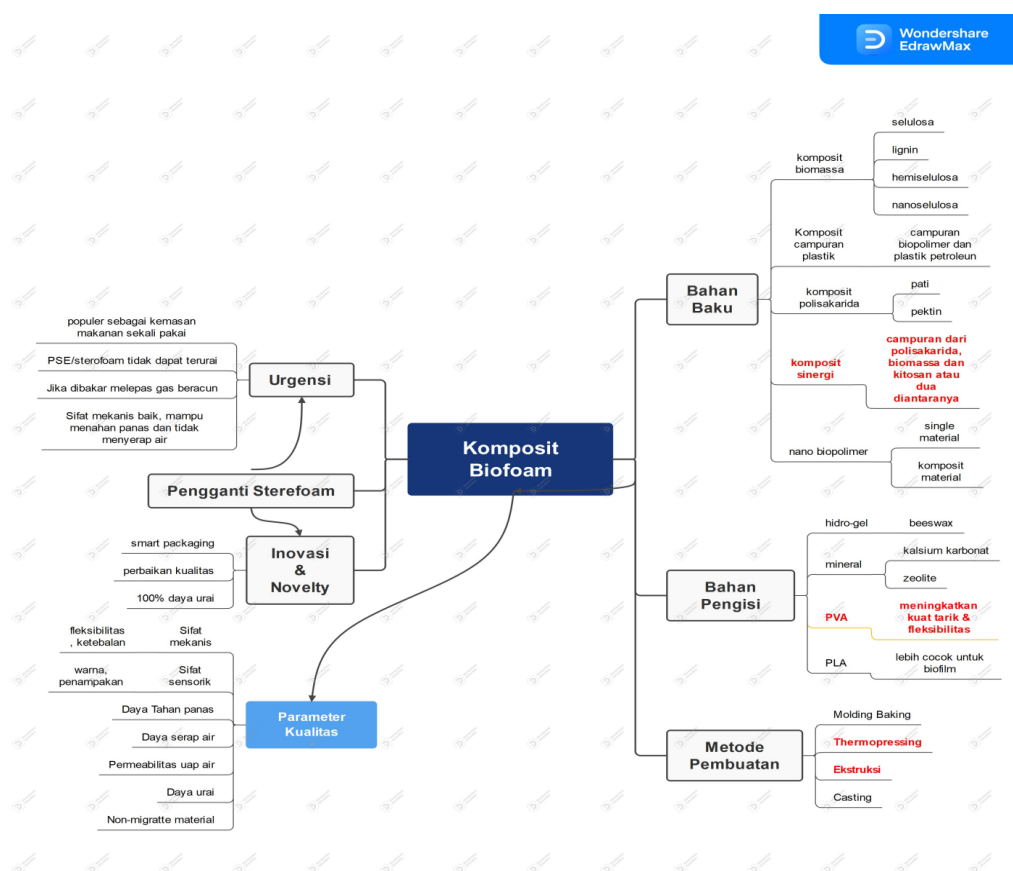
Dewasa ini penggunaan sampah sekali pakai di Indonesia semakin meresahkan. Tahun 2021, timbulan sampah Indonesia mencapai 24,168 juta ton, dimana hanya 64,36% sampah yang terkelola pembuangannya dan 16,08% diantaranya adalah sampah plastik. Kementerian Lingkungan Hidup (2022) juga melaporkan bahwa 72% masyarakat Indonesia tidak peduli terhadap pengelolaan sampah. Selama pandemi dan pembatasan aktifitas sosial, makanan siap saji yang dibawa pulang menjadi pilihan yang paling diminati. Makanan ini dikemas dengan *styrofoam* sesuai gaya hidup masa kini yang praktis.

*Styrofoam* atau polistirena foam adalah salah satu jenis kemasan yang paling diminati oleh produsen pangan siap saji (Olejnik and Masek, 2020) karena harganya yang murah, mampu menahan suhu dengan baik, ringan dan praktis (Khairunnisa, 2016). Namun, *styrofoam* adalah polemik lingkungan karena sifatnya yang sekali pakai yang tidak dapat terurai. Akibatnya, penggunaan *styrofoam* memicu polemik lingkungan global, yaitu sampah.. Pengurangan penggunaan *styrofoam* dapat dilakukan dengan penyediaan *biodegradable foam* atau biofoam. Kajian pembuatan biofoam sudah dilakukan di Indonesia dengan memanfaatkan sumber karbohidrat lokal sebagai polimer alam, seperti pati (Sarka dkk., 2011). atau limbah nabati yang mengandung polisakarida seperti selulosa. Saat ini riset pembuatan biofoam cenderung bergeser dengan pemanfaatan hasil samping industri yang mengandung selulosa, hemiselulosa atau pati dengan penambahan bahan pengisi seperti PVA untuk meningkatkan daya tahan biofoam terhadap air, seperti bonggol pisang dan ubi nagara (Irawana *et al.*, 2018), serat daun nanas dan ampas tebu (Coniwanti *et al.*, 2018), atau pati singkong dan selulosa bakteri (Maulana, 2019). Dari ketiga kajian diatas menunjukkan bahwa proporsi bahan dengan kandungan selulosa yang lebih besar akan memperbaiki daya tahan air biofoam namun menurunkan sifat daya urainya (Coniwanti dkk., 2018; Bahri dkk., 2021). Sehingga terlihat urgensi untuk meneliti proporsi selulosa, hemiselulosa dan pati dalam komposit bahan baku biofoam dengan menggunakan PVA sebagai *filler*. Oleh karena itu, untuk memetakan sudah sejauh mana penelitian dan keterbaharuan dari teknologi kemasan biofoam, maka kajian literatur ini dibuat sebagai kajian awal untuk pemetaan masalah dan mengkaji potensi pemanfaatan hasil samping industri kelapa dan kopi menjadi biofoam.

## METODE KAJIAN LITERATUR

Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi ilmiah terkini mengenai proses pembuatan *biofoam* dan faktor yang mempengaruhinya. Literatur ilmiah yang dikaji dalam studi pustaka ini harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu; (1) Publikasi ilmiah yang terindeks di Google Scholar, Garuda dan artikel dari jurnal nasional berputasi; (2) Usia publikasi tidak lebih dari 15 tahun, dan (3) Menggunakan mesin pencari menggunakan kata kunci "*biofoam, biocomposite for food packaging, limbah kelapa, limbah kopi, cellulose for food packaging, PVA, kemasan pengganti styrofoam*".

Kajian literatur merupakan langkah awal yang perlu dilakukan oleh tim peneliti untuk memahami permasalahan yang ingin digali dan untuk menentukan ruang lingkup kegiatan penelitiannya (Ridwan et al, 2021). Abdillah (2021) kemudian menambahkan bahwa kajian pustaka merupakan tahap awal yang sangat berperan penting dalam kesuksesan pelaksanaan penelitian. Kajian pustaka membantu peneliti menempatkan posisi penelitiannya saat ini dalam ruang lingkup topik penelitian yang lebih besar. Kemudian ide penelitian ini akan disusun untuk memenuhi ‘ruang kosong’ dalam topik tersebut, dilanjutkan dengan membangun hipotesa. Oleh karena itu, topik kajian literatur difokuskan kepada (1) urgensi dan kepentingan biofoam, bahan baku, bahan pendukung, proses pembuatan, dan dilanjutkan dengan menemukan *research gap* berdasarkan literatur yang ada, yang selanjutnya diharapkan dapat menjadi keterbaruan. Detail batas pembahasan kajian literatur ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ruang lingkup kajian literatur potensi pemanfaatan limbah kelapa dankopi sebagai kemasan biofoam

Tabel 1. Jumlah literatur yang digunakan

No	Batasan Kajian	Sumber Kajian Literatur		
		Nasional Terakreditasi	Internasional Bereputasi	Prosiding
1	Urgensi Produksi Biofoam	5	6	-
2	Bahan Komposit Biofoam	4	11	1
3	Potensi Sabut Kelapa	2	6	-
4	Potensi Limbah Kopi (Pulp dan Ampas)	2	15	-
5	Bahan Pengisi	3	3	-
6	Metode Pembuatan	2	4	-
7	Inovasi & Keterbaharuan	-	5	-

## HASIL KAJIAN LITERATUR

### Urgensi Produksi Biofoam

*Styrofoam* merupakan nama komersil dari kemasan tahan panas, bertekstur fleksibel dan lentur yang berbahan baku utama polistirena, dan tidak dapat terurai (Olejnik and Masek, 2020). Karakteristik tidak dapat terurai ini membatasi tindakan atau upaya mendaur ulang *styrofoam*. Opsi untuk membakar sampah *styrofoam* juga bukan solusi yang tepat. Pembakaran kemasan ini akan menghasilkan gas beracun seperti *styrene*, karbonmonoksida, *polyaromatic hydrocarbons* (PAHs), *hydrochlorofluorocarbon* (HCFC) (Sukmawati, 2009; Fikri & Veronica, 2018).

Selain masalah lingkungan, *styrofoam* juga bersifat toksik. Environmental Protection Agency (EPA) dan World Health Organization (WHO) mengklasifikasikan *styrofoam* sebagai bahan karsinogenik karena menghasilkan stirena. Stirena merupakan senyawa kimia yang tidak larut oleh sistem pencernaan dan sulit dikeluarkan melalui urin atau feses. Stirena dilaporkan dapat bermigrasi ke makanan karena tingginya temperatur makanan yang dikemas dan kandungan lemaknya. Jika kondisi ini berlangsung lama dan kerap terjadi, stirena akan menumpuk dan dapat memicu kanker (Mariana dkk., 2013; Sulaiman, 2021; Singh, 2012). Kondisi ini meningkatkan upaya peneliti untuk mengkaji potensi pemanfaatan bahan alam sebagai bahan baku kemasan foam pengganti *styrofoam*

Biofoam atau *biodegradable foam* merupakan bahan kemasan nabati yang ditujukan sebagai pengganti *styrofoam* (Irawana dkk., 2018). Biofoam diproduksi untuk menjadi kemasan makanan alternatif yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan (Saleh, 2014). Hal ini karena biofoam dapat terurai secara alami dan dapat diperbaharui. Selain itu, biofoam diharapkan memiliki karakteristik seperti daya tarik yang cukup tinggi, daya tahan terhadap panas, elongasi, ringan dan mudah terurai (Sarka dkk., 2011; Nofar dkk., 2015).

Menurut *Sustainable Packaging Alliance* (SPA), terdapat empat syarat khusus yang harus dipenuhi oleh kemasan *biodegradable* yaitu; 1) fungsi efektif untuk melindungi dan menjaga kesegaran makanan selama distribusi; 2) fungsi efisien yaitu kemasan diproses secara efisien namun tidak berubah, rusak atau bermigrasi selama digunakan; 3) fungsi daya urai yaitu dapat terurai secara alami tanpa menghasilkan polutan atau kerusakan terhadap lingkungan dan 4) fungsi keamanan untuk menjaga produk tetap aman untuk kesehatan konsumen dan ekosistem (Kim dan Ruedy, 2019; Saleh 2014).

## Bahan Baku Biofoam

Diawal pemanfaatan karbohidrat sebagai bahan baku biofoam, *single material* seperti pati menjadi bahan utama. Pati merupakan salah satu hasil pertanian yang amat potensial menjadi bahan kemasan karena harga sumber bahan baku yang murah dan ketersediaannya berlimpah (Nofar dkk., 2015). Namun penggunaan pati sebagai bahan baku kemasan dinilai kontradiktif, karena pati seperti padi, ubi kayu, ubi jakar, kentang dan jagung umum digunakan sebagai pangan sumber karbohidrat untuk manusia dan pakan ternak (Sanchez-Gracia dkk., 2010; Jamshidian *et al*, 2010). Sehingga pemanfaatan pati sebagai bahan kemasan akan berkompetisi dengan kebutuhan manusia terhadap tanaman pangan tersebut. Oleh karena itu perlu dicari alternatif bahan baku lainnya untuk menghasilkan biofoam yang baik. Salah satunya dengan biokomposit.

Biofoam umumnya dibuat dari biokomposit, yaitu material yang dibuat dari kombinasi dua atau lebih polimer alami guna memperoleh matriks dan sifat mekanis yang lebih baik, seperti polimer yang diekstrak dari selulosa (Liu dkk., 2021), pati (Cheng dkk., 2021), bakterial selulosa (Cazón dan Vázquez, 2021) atau dari serat miselia hasil pertumbuhan jamur (Rafiee dkk., 2021).

Setiap material polimer memiliki karakteristik tersendiri berdasarkan bahan bakunya, keunggulan dan kekurangan. Untuk meningkatkan fungsi mekanis biofoam, kajian biopolimer sebagai bahan baku biofoam saat ini cenderung memanfaatkan hasil samping industri yang dikombinasikan dengan bahan lain sehingga dihasilkan biokomposit yang kuat secara mekanis dan memenuhi syarat kemasan (Oliveira *et al* 2021, Olejnik dan Masek, 2020 Motelica *et al*, 2020). Beberapa penelitian pemanfaatan biokomposit menjadi biofoam dilakukan dengan pemanfaatan ampas tebu, bonggol pisang yang mengandung campuran selulosa, lignin, dan pati sebagai material komposit. Irawana *et al.* (2018) mengkaji potensi campuran bonggol pisang dan ubi nagara, Coniwanti dkk., (2018) berupaya memanfaatkan serat daun nanas dan ampas tebu, dan Maulana (2019) menggunakan pati singkong yang diperkuat dengan selulosa bakteri. Dari ketiga kajian diatas menunjukkan bahwa proporsi bahan biokomposit dengan kandungan selulosa yang lebih besar dibanding pati akan memperbaiki sifat mekanis seperti kuat tarik dan daya tahan air biofoam, namun menurunkan sifat daya urainya (Coniwanti dkk., 2018; Bahri dkk., 2021), memperkecil ukuran foam dan meningkatkan densitas dinding foam yang dihasilkan (Wu dkk., 2020). Peningkatan sifat mekanis juga dapat dilakukan dengan menambahkan bahan pengisi yang memiliki sifat plastis seperti Poly Vinyl Alcohol (PVA) atau selulosa mikrobial (Maryam dkk., 2019).

## Potensi Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Komposit Biofoam

Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku kemasan. Sabut kelapa merupakan bagian dari kulit kelapa yang terdiri dari serat, menutupi kulit dalam buah kelapa dengan berat 35 % dari berat total buah kelapa yang dewasa (Oroh dkk., 2013).

Dalam komposit, serat sangat berperan sebagai bahan penahan beban, sehingga besar kecilnya daya tahan bahan komposit sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat pembentuknya. Dalam penggunaan sabut kelapa sebagai sumber bahan baku komposit, ukuran bahan dan proses sintesa serat selulosa sangat mempengaruhi kekuatan bahan tersebut. Semakin kecil ukuran bahan pembentuk serat, maka akan semakin kuat bahan tersebut. Untuk dapat memperoleh

selulosa, proses alkalisasi dilakukan untuk menghilangkan komponen polisakarida larut air, protein dan lignin sehingga memperlihatkan lebih banyak sel selulosa dan meningkatkan daya ikat antar molekul komposit (Bismarck *dkk.*, 2002; Ferreira *dkk.*, 2018). Namun melalui fermentasi jamur sintesa selulosa menjadi lebih sederhana dan menghasilkan komposit dengan kualitas yang lebih baik untuk kemasan foam (Rafeii *dkk.*, 2018). Selama fermentasi, jamur akan membentuk hifa atau serat miselia yang memproduksi enzim untuk memecah lignin dan selulosa dari sabut kelapa secara simultan. Aktifitas jamur ini akan membentuk komposit berwarna putih yang kokoh, elastis dan tahan panas (Pelletier *dkk.*, 2019; Appels dan Woesten, 2021).

Beberapa penelitian pemanfaatan sabut kelapa sebagai komposit melaporkan bahwa selulosa dan lignin dari sabut kelapa mampu menghasilkan komposit dengan daya tekan dan kuat tarik yang lebih baik. Sabut kelapa mengandung lignin lebih tinggi dibandingkan serat yang lain. Lignin yang ada pada serat sabut kelapa mempunyai kandungan karbon yang membuat bahan tahan terhadap perubahan lingkungan (Pelita *dkk.*, 2018; Anugerah dan Mahyudin, 2022).

### **Potensi Limbah Kopi Sebagai Bahan Baku Komposit Biofoam**

Pulp buah kopi merupakan istilah yang digunakan untuk kulit dan daging buah kopi hasil proses *depulping* dalam proses pengolahan biji kopi. Supeno *dkk.*, (2018) melaporkan pada proses pengupasan 100 kg buah kopi akan menghasilkan 56,8 kg biji kopi, 43,2 kg kulit dan daging buah kopi. Bagian kulit dan daging buah kopi dalam keadaan basah memiliki kadar air 78-81% (Hutapea *dkk.*, 2017). Oleh karena itu sebagai bahan baku komposit polimer, pulp kopi sebaiknya segera dikeringkan guna menghindari kerusakan akibat mikroorganisme karena kandungan airnya yang cukup tinggi. Pulp kopi kering memiliki kandungan selulosa hingga 36%, 21% pektin, hemiselulosa 9% dan gula bebas 5%, protein 9%, lemak 0.8% dan senyawa fenolik (Rodriquez *dkk.*, 2020). Selain itu pulp buah kopi juga banyak mengandung senyawa aktif golongan polifenol seperti *flavonol*, asam hidroksinamat dan antosianidin (Esquivel dan Jimenez, 2012). Pulp kopi telah dimanfaatkan sebagai bahan baku plastik dalam bentuk sediaan kering, dikombinasikan dengan PP dan HDPE. Pulp kopi yang telah mengalami proses alkalisasi digabungkan dengan matriks Polypropilene menghasilkan plastik dengan daya mekanis dan ketahanan panas yang lebih baik (Yiga *et al*, 2020). Selanjutnya, Dominici *et al*, (2019) menambahkan HDPE matriks yang ditambahkan pulp kopi yang telah dicuci dengan NaOH dan diesterifikasi dengan palmitol klorida menghasilkan komposit dengan penyerapan air yang lebih rendah.

Selain pulp, ampas kopi juga merupakan limbah penyeduhan kopi dengan persentase sekitar 14% (Olliveira, 2020). Dalam bentuk kering, ampas kopi mengandung 66% polisakarida seperti galaktomannan (50%), arabinogalactan (25%) dan selulosa (25%) (Passos *et al*, 2013; Passos *et al*, 2014). Galaktomannan merupakan polisakarida larut air, memiliki densitas tinggi dan sangat potensial digunakan sebagai bahan baku dalam *biodegradable film* (Batista *dkk.*, 2020; Coelho *dkk.*, 2021; Cerquiera *dkk.*, 2011). Ampas kopi juga mengandung 16% melanoidins, 5% protein, 13-15% lemak, 0,1 hingga 5% kafein dan 1-2% asam klorogenat sebagai senyawa antimikroba (Campos *dkk.*, 2015). Kompleksitas senyawa fungsional ampas kopi menjadikannya bahan baku potensial dengan fungsi anti-mikroba dan penguat pada komposit bioplastik (Batista *dkk.*, 2020). Bioplastik berbahan komposit pati ubi kayu, PVA, ekstrak ampas kopi dan asam sitrat memiliki kemampuan antioksidan dan antimikroba

(Ounkaew dkk., 2018). Dibandingkan dengan metanol, etanol, dan n-heksan, ekstraksi menggunakan air menghasilkan ekstrak ampas kopi dengan jumlah yang lebih banyak dan kemampuan antioksidan yang lebih baik khususnya menjaga kerusakan protein karena reaksi oksidasi (Yen dkk., 2005). Sedangkan Tanauma dkk., (2016) melaporkan ekstraksi biji kopi dengan etanol menghasilkan ekstrak fenol biji kopi dengan sifat fungsional antimikroba.

### **Bahan Pengisi**

Bahan pengisi diperlukan untuk memperbaiki matriks komposit atau meningkatkan karakteristik mekanis seperti daya tahan air. Polyvinyl Alcohol (PVA), bakteri dan jamur dapat digunakan sebagai bahan pengisi biofoam. PVA merupakan bahan pembuat plastik yang mudah terurai. PVA tahan terhadap minyak, memiliki kekuatan tarik dan fleksibel (Rohani, 2008). Struktur PVA memungkinkannya untuk membentuk ikatan hidrogen atau sejenis dengan polimer yang digunakan dalam komposit, salah satunya dengan komponen antimikroba. Penelitian penggunaan PVA telah dilakukan pada biofoam berbahan baku bonggol pisang. Biofoam dengan PVA memiliki daya tekan yang lebih baik (4,2 MPa) dibandingkan tanpa PVA (3,52 MPa), memiliki ukuran pori yang lebih besar, lebih homogen dan ruang udara yang lebih kecil (Irawana dkk., 2018). Maryam et al (2019) melaporkan komposit PVA dan 2% mikro-selulosa bakteri dari air kelapa yang telah dihidrolisa menggunakan asam menghasilkan bioplastik dengan kekuatan tarik 15,72 MPa, modulus young 16,3 GPA, dan densitas 0,13 g/cm<sup>3</sup> dengan tingkat degradasi 100%. Plastik yang dihasilkan sudah memiliki daya urai yang sangat baik namun sifat mekanis, daya tahan terhadap air serta fungsi sebagai kemasan aktif perlu ditingkatkan lagi.

Jamur juga merupakan bahan pengisi yang bertransformasi selama pertumbuhan miselinya. Selama proses inokulasi jamur berperan sebagai pengikat alami yang merekatkan selulosa dari bahan baku dan membentuknya menjadi komposit (Shrestha dkk., 2021). Miselia merupakan sumber selulosa yang dari proses fermentasi jamur. Miselia ini terdiri dari hifa yang mengandung glikoprotein, lemak selulosa dan kitin. Setiap hifa memproduksi enzim untuk memecah senyawa organik seperti lignin dan selulosa menjadi makanan dan molekul lebih sederhana (Appels dan Woesten, 2021). Kecepatan pembentukan miselia ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dan kemudahan akses senyawa karbohidrat dan protein di substrat yang digunakan, karena jamur memerlukan kedua senyawa organik sebagai sumber energi untuk perkembangbiakannya. Pertumbuhan miselia yang baik dan merata diseluruh substrat akan menghasilkan foam dengan penampakan yang seragam dan kokoh, karena miselia tumbuh di kedua permukaan media, membentuk jaringan koloni yang kuat dan membentang di ketiga dimensi komposit membentuk struktur kisi seperti daun (Du dan Perre, 2020).

Serat miselia sudah banyak digunakan sebagai komposit bahan baku konstruksi (Javadian et al., 2021). Saat ini, penggunaan dan penelitian terkait serat miselia foam sebagai bahan kemasan pangan belum begitu banyak diterapkan dan masih dalam pengembangan (Tajuddiin et al., 2023). Beberapa penelitian awal biofoam miselia telah dilakukan seperti penggunaan serbuk gergaji melalui proses fermentasi jamur tiram (*Pleurotus sp*) menghasilkan biofoam dengan daya tekan 350 KPa (Yang et al., 2017). Indarti et al., (2021) juga mengkaji potensi sabut kelapa dan ampas tebu sebagai bahan baku biofoam dengan bantuan ragi tempe. Serat miselia biofoam dari sabut kelapa lebih rapat dibandingkan ampas tebu, berkekuatan mekanis yang baik, namun daya tahan panasnya cukup rendah. Lalu Indarti et al., (2023)

mempelajari potensi tebu dan ampas tebu yang dicampur dengan tepung kedelai sebagai bahan baku komposit biofoam melalui fermentasi jamur dengan ragi tempe. Biofoam cup dari tebu dan tepung kedelai dengan perbandingan 1:1,5 memiliki penampakan yang lebih halus dengan lubang dan poros yang lebih kecil, daya tekan.

### **Metode Pembuatan**

Umumnya, biofoam dibuat melalui tiga metode yaitu ekstruksi, microwave assisted moulding dan thermopressing (Yuliasih, 2012). Namun Irawana dkk., (2018) melaporkan kombinasi penggunaan alat ekstruder dan thermopressing menghasilkan biofoam dengan karakteristik yang lebih baik. Ekstruder menghasilkan biofoam dengan ukuran partikel yang lebih seragam dan dilanjutkan dengan proses thermopressing, dimana pemanasan dan pencetakan menggunakan beban dilakukan bersamaan.

Selain separasi selulosa dengan proses alkalisasi, sintesa selulosa juga dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme, seperti sintesa nano selulosa bakteri menggunakan fermentasi nata de coco atau fermentasi jamur yang menghasilkan miselia. Fermentasi jamur dilaporkan menghasilkan selulosa yang lebih ramah lingkungan dengan 100% bahan alam melalui fermentasi jamur. Serat miselia yang tumbuh selama fermentasi membentuk matriks kokoh yang terdiri dari selulosa, kitin dan beta glukcan, akibat metabolisme jamur yang memecah kandungan lignin dan lignoselulosa dari bahan baku. Tidak seperti polimer alami lainnya (selulosa, pati, dan bakteri), polimer miselia jamur memiliki karakteristik kokoh namun elastis hingga mudah dibentuk, dan dihasilkan dari proses yang sederhana dan tepat guna dibandingkan pembuatan kemasan sintesis dan pemurnian polimer selulosa dengan bahan kimia (Tajuddin dkk., 2023).

### **Inovasi & Novelty**

Beberapa inovasi atau pembaharuan terkait biofoam banyak berfokus pada peningkatan mutu kemasan melalui perbaikan karakteristik fisik, mekanis atau daya urainya. Selain itu inovasi juga berfokus dalam proses pembuatan atau aplikasi nanoteknologi dan enkapsulasi senyawa antimikroba menjadikan biofoam sebagai kemasan pintar. Kemasan pintar seperti kemasan antimikroba merupakan salah satu tren kemasan yang digemari oleh produsen pangan. Kemasan antimikroba dapat dibuat dengan beberapa cara seperti menggunakan bahan biopolimer dengan kandungan senyawa aktif antimikroba atau menambahkan langsung senyawa aktif dengan fungsi antimikroba ke dalam bahan kemasan (Oliveira dkk., 2021). Penambahan ampas kopi dan ekstrak fenol dari ampas kopi pada pembuatan bioplastik dilaporkan menghasilkan efek antibakterial karena kandungan senyawa fungsional yang dimilikinya (Ounkaew dkk., 2018; Trongchuen et al, 2018). Tanauma dkk., (2016) melaporkan bahwa penggunaan 10% ekstrak biji kopi robusta mampu menghambat aktifitas antibakteri dengan zona hambat sebesar 22,5 mm. Penelitian ini juga menemukan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak biji kopi robusta maka semakin besar zona hambat yang terbentuk. Pada penelitian ini diharapkan penggunaan pulp, ampas kopi dan ekstrak fenol dari ampas kopi dapat memberikan fungsi antimikroba pada biofoam yang dihasilkan.

Dari beberapa paparan diatas, diketahui bahwa biofoam bermutu baik diklasifikasi berdasarkan sifat mekanis dan fisiknya, daya tahannya terhadap air dan daya urainya. Kondisi ini diduga dapat diperoleh dengan menggunakan biopolimer yang beragam yang dibentuk sebagai komposit dalam pembuatan biofoam, seperti menggunakan sabut kelapa,

pulp kopi dan ampas kopi sebagai bahan komposit dalam pembuatan biofoam. Ketiga bahan baku komposit ini tersedia dalam jumlah yang cukup di Sumatera Barat. Sumatera Barat merupakan sentra industri kelapa, dimana sabut kelapa sangat berpotensi sebagai sumber hemiselulosa belum dimanfaatkan dengan baik. Sumatera Barat juga memiliki industri kopi dari hulu ke hilir. Pulp kopi merupakan produk samping dari proses pengolahan buah kopi sedangkan ampas kopi adalah produk samping dari penyeduhan kopi. Pulp dan ampas kopi mengandung selulosa dan komponen antimikroba seperti kafein dan asam klorogenat. Namun ketiga produk samping ini belum dapat dimanfaatkan dengan optimal. Oleh karena itu tim peneliti menganggap perlu untuk memanfaatkan ketiga produk samping ini sebagai bahan komposit dalam pembuatan biofoam antimikroba dengan mempelajari pengaruh dari formulasi komposit dan konsentrasi PVA pada mutu biofoam yang dihasilkan.

Selain itu penggunaan senyawa lain yang berfungsi sebagai antimikroba atau antioksidan, seperti limbah industri kopi yang dilaporkan memiliki komponen fungsional yang potensial untuk dimanfaatkan (Oliveira *et al* 2021), seperti menggabungkan sabut kelapa, pulp dan ampas kopi.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari kajian ini adalah ketiga limbah seperti sabut kelapa, pulp dan ampas kopi memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku komposit untuk biofoam. Sabut kelapa dan pulp kopi mengandung selulosa, lignin dan pektin, serta kafein dalam jumlah yang besar dan merupakan modal yang baik untuk biokomposit berkualitas. Selain itu, sabut kelapa, pulp dan ampas kopi adalah limbah industri yang sepanjang tahun, mudah diperoleh dengan harga yang rendah serta memiliki sifat *biodegradable*. Kombinasi *thermopressing* dan ekstruksi atau sintesa miselia biofoam melalui fermentasi jamur dapat dijadikan pilihan teknologi pembuatan biofoam, namun kajian mendalam mengenai kondisi proses perlu dipelajari lebih lanjut. Kemudian PVA akan dibutuhkan jika biofoam dibuat menggunakan *thermopressing*, sedangkan jenis jamur perlu dieksplorasi jika sintesa selulosa dilakukan melalui fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, L. (2021). Mengkaji Pustaka (Literature Review). Desain Penelitian Bisnis: Pendekatan Kuantitatif. Medan: Yayasan Kita Menulis (2021).
- Anugrah, F., & Mahyudin, A. (2022). Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dan Pinang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan dengan Fly Ash sebagai Filler. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), 8-14.
- ASTM-American Society for Testing and Materials (US). 2002. Standard test methods for tensile properties of plastics, Standard Designation: D 882- 02.
- Bahri, S., Fitriani, F., & Jalaluddin, J. (2021). Pembuatan Biofoam Dari Ampas Tebu Dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 24-32.
- Batista, M.J.P.A.; Ávila, A.F.; Franca, A.S.; Oliveira, L.S. (2020). Polysaccharide-Rich Fraction of Spent Coffee Grounds as Promising Biomaterial for Films Fabrication. *Carbohydr. Polym.*, 233, 115851.
- Carrasco, F.; Pagès, P.; Gámez-Pérez, J.; Santana, O.O.; Maspoch, M.L.(2010). Processing of Poly(Lactic Acid): Characterization of Chemical Structure, Thermal Stability and Mechanical Properties. *Polym. Degrad. Stab.*, 95, 116–125.

- Coelho, G.O.; Batista, M.J.A.; Ávila, A.F.; Franca, A.S.; Oliveira, L.S. (2021) Development and Characterization of Biopolymeric Films of Galactomannans Recovered from Spent Coffee Grounds. *J. Food Eng*, 289, 110083.
- Dominici, F.; García García, D.; Fombuena, V.; Luzi, F.; Puglia, D.; Torre, L.; Balart, R. (2019). Bio-Polyethylene-Based Composites Reinforced with Alkali and Palmitoyl Chloride-Treated Coffee Silverskin. *Molecules*, 24, 3113.
- Esquivel, P. dan Victor M. Jimenez. (2012). Functional Properties of Coffee and Coffee by Products. *Food Research International*. 4(6): 488-495.
- Fikri, E., & Veronica, A. (2018). Effectiveness of Carbon Monoxide Concentration Reduction on Active Carbon Contact System in Burning Polystyrene Foam. *Journal of Ecological Engineering*, 19(4), 1-6.
- F. V. W. Appels and H. A. B. Wösten, 2021. "Mycelium Materials," *Encycl. Mycol.*, 710–718.
- H. Du and P. Perré, 2020. "A novel lattice-based model for investigating three-dimensional fungal growth on solid media," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 541, article 123536.
- Hutapea, C. B. R., & Sitorus, R. E. (2017). *Studi Teknik Produksi Gula Reduksi dari Limbah Kulit Buah Kopi (Parchment hull/endocarp)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Irawana, C., & Aliaha, A. (2018). Biodegradable Foam dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(1), 33.
- Indarti, E. Sri Muliani, Dewi Yunita, 2023. "Characteristics of Biofoam Cups Made from Sugarcane Bagasse with *Rhizopus oligosporus* as Binding Agent», *Advances in Polymer Technology*, vol. 2023. Article ID 8257317.
- Indarti, E. S. Muliani, S. Wulya, R. Rafiqah, I. Sulaiman, and D. Yunita, 2021. "Development of environmental-friendly biofoam cup made from sugarcane bagasse and coconut fiber," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 711, article 012011.
- Jamshidian, M.; Tehrany, E.A.; Imran, M.; Jacquot, M.; Desobry, S. (2010). Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf*, 9, 552–571.
- Konstantoglou, A., Folinas, D., & Fotiadis, T. (2020). Investigating food packaging elements from a consumer's perspective. *Foods*, 9(8), 1097.
- Khairunnisa, S. (2016). Pengolahan Limbah *styrofoam* menjadi Produk Fashion. *E-Proceeding of Art and Design*, 3(2), 253-268
- Kompas, (2021). Berita. <https://money.kompas.com/read/2022/03/21/140000826/klhk--produsen-wajib-batasi-kemasan-plastik-sekali-pakai> (Akses pada 20 Maret 2022)
- K. Rafiee, G. Kaur, and S. K. Brar, 2021. "Fungal biocomposites: How process engineering affects composition and properties?" *Bioresource Technology Reports* 14, 100692.
- L. Gou, S. Li, J. Yin, T. Li, and X. Liu, 2021. "Morphological and physico-mechanical properties of mycelium biocomposites with natural reinforcement particles,"

*Construction Building Material* 304.

- M. G. Pelletier 2019 “Industrial Crops & Products Acoustic evaluation of mycological biopolymer: all natural closed cell foam alternative,” *Ind. Crop. Prod* 139, 111533.
- Maryam, Rahmad, D dan Yunizarwan. (2017). Processing of micro-nano bacterial cellulose with hydrolysis method as a reinforcing bioplastic. *J. Phys.: Conf. Ser.* 795 012061.
- Maryam, Rahmad, D dan Yunizarwan. (2019). Sintesis Mikro Selulosa Bakteri Sebagai Penguat (Reinforcement) Pada Komposit Bioplastik Dengan Matriks PVA (PolyVinyl Alcohol). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(2), 110-118.
- Motelica, L.; Fikai, D.; Oprea, O.C.; Fikai, A.; Andronescu, E. (2020). Smart Food Packaging Designed by Nanotechnological and Drug Delivery Approaches. *Coatings*, 10, 806.
- Nofar, M. R., Ameli, A., & Park, C. B. (2015). Development of Polylactide Bead Foam with Double Crystal Melting Peak Structure. *Polymer*, 69(1), 83–94.
- Olejnik, O., & Masek, A. (2020). Bio-based packaging materials containing substances derived from coffee and tea plants. *Materials*, 13(24), 5719.
- Oliveira, G., Passos, C. P., Ferreira, P., Coimbra, M. A., & Gonçalves, I. (2021). Coffee by-products and their suitability for developing active food packaging materials. *Foods*, 10(3), 683.
- Ounkaew, A.; Kasemsiri, P.; Kamwilaisak, K.; Saengprachatanarug, K.; Mongkolthararuk, W.; Souvanh, M.; Pongsa, U.; Chindaprasirt, P. (2018). Polyvinyl Alcohol (PVA)/Starch Bioactive Packaging Film Enriched with Antioxidants from Spent Coffee Ground and Citric Acid. *J. Polym. Environ.* , 26, 3762–3772.
- Passos, C.P.; Coimbra, M.A.( 2013). Microwave Superheated Water Extraction of Polysaccharides from Spent Coffee Grounds. *Carbohydr. Polym.*, 94, 626–633.
- Passos, C.P.; Moreira, A.S.P.; Domingues, M.R.M.; Evtuguin, D.V.; Coimbra, M.A. (2013). Sequential Microwave Superheated Water Extraction of Mannans from Spent Coffee Grounds. *Carbohydr. Polym.*, 103, 333–338.
- Regattieri, A.; Santarelli, A.R.A.G. (2013). *The Important Role of Packaging in Operations Management*; IntechOpen; London, UK; pp. 183–220.
- Ridwan, M., Suhar, A. M., Ulum, B., & Muhammad, F. (2021). Pentingnya Penerapan Literature Review pada Penelitian Ilmiah. *Jurnal Masohi*, 2(1), 42-51
- Roohani, M; Habibi, Y.; Belgacem, YM; Ebrahim, G.; Karimi, A.N.; Dufresne, A. 2008. Cellulose Whiskers Reinforced Polyvinyl Alcohol Copolymer Nanocomposites.” *European Polymer Journal* 44:2489-2498.
- Saleh, ERM., & Rodianawati, Indah. 2014. Penentuan kondisi terbaik pembuatan biofoam dari limbah pertanian lokal Maluku Utara. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah: Jakarta
- Sanchez-Garcia, M.D.; Lagaron, J.M. (2010). On the Use of Plant Cellulose Nanowhiskers to Enhance the Barrier Properties of Polylactic Acid. *Cellulose*, 17, 987–1004.
- Singh, A., & Bishnoi, N. R. 2012. Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw. *Bioresource Technology*, 108: 95

- S. Shrestha, S. Bhattarai, R. K. Shrestha, and J. Shrestha, 2021. "Effect of different substrate sterilization methods on performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*)," *Agraarteadus* 32, 127–132.
- Supeno, B., Erwan, & N.M.L Erwanti. 2018. Diversifikasi Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kopi untuk Produk yang Bernilai Ekonomis Tinggi di Kabupaten Lombok Utara. Prosiding PKM-CSR, Vol. 1.
- Tanauma, H. A. (2016). Aktivitas antibakteri ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Pharmakon*, 5(4).
- Trongchuen, K.; Ounkaew, A.; Kasemsiri, P.; Hiziroglu, S.; Mongkolthanasakul, W.; Wannasutta, R.; Pongsa, U.; Chindaprasirt, P. (2018). Bioactive Starch Foam Composite Enriched With Natural Antioxidants from Spent Coffee Ground and Essential Oil. *Starch Stärke*, 70, 1700238.
- Yen, W. J., Wang, B. S., Chang, L. W., & Duh, P. D. (2005). Antioxidant properties of roasted coffee residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2658-2663.
- Tajuddin Rahma Yanti, Muhammad Asfar, Andi Dirpan. 2023. An overview-is mycelium composite foam can be used as a food packaging. *AIP Conference Proceedings* 30 May 2023; 2596 (1): 040010.
- X. Wu, W. Yan, Y. Zhou., 2020. "Thermal, morphological, and mechanical characteristics of sustainable tannin bio-based foams reinforced with wood cellulosic fibers," *Industrial Crops and Products*, vol. 158, article 113029.
- Yiga, V.A.; Pagel, S.; Lubwama, M.; Epple, S.; Olupot, P.W.; Bonten, C. Development of Fiber-Reinforced Polypropylene with NaOH Pretreated Rice and Coffee Husks as Fillers: Mechanical and Thermal Properties. *J. Thermoplast. Compos. Mater.* **2020**, 33, 1269–1291.
- Y. Kim and D. Ruedy, 2019. "Mushroom Packages An Ecovative Approach in Packaging Industry," in *Handbook of Engaged Sustainability*.

**RETANNING MENGGUNAKAN BAHAN PENYAMAK NABATI PADA  
PENYAMAKAN KULIT IKAN TUNA  
(RETANNING USING VEGETABLE TANNAGES IN TUNA FISH SKIN  
TANNING)**

**Ono Suparno<sup>1\*</sup>, Tri Utami Hastuti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
(IPB University), Kampus IPB Dramaga, Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Email: [ono.suparno@apps.ipb.ac.id](mailto:ono.suparno@apps.ipb.ac.id)

**ABSTRAK**

*Retanning* merupakan salah satu proses pascapenyamakan. *Retanning* menggunakan bahan penyamak nabati diharapkan dapat mengurangi penggunaan krom dalam produksi kulit samak. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh jenis dan dosis bahan penyamak nabati terhadap sifat fisik dan organoleptik kulit ikan tuna pada *retanning* kulit ikan tuna dan menentukan jenis bahan dan konsentrasi penyamak nabati yang terbaik untuk *retanning* penyamakan kulit ikan tuna. Kulit ikan tuna disamak dengan krom 8%, kemudian di-*retan* menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yakni bahan penyamak nabati (mimosa, gambir, dan *quebracho*) dan dosis atau konsentrasi bahan penyamak (10%, 15%, dan 20%) dengan ulangan sebanyak dua kali. Peningkatan tebal, suhu kerut, kuat tarik, kuat sobek, kemuluran, dan sifat-sifat organoleptik kulit yang dihasilkan diukur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis penyamak nabati berpengaruh nyata terhadap tebal, suhu kerut, kuat sobek, kuat tarik, dan kemuluran. Konsentrasi penyamak nabati berpengaruh nyata terhadap suhu kerut, kuat sobek, dan kemuluran. Jenis dan konsentrasi *retanning* terbaik adalah gambir dengan konsentrasi 20% menghasilkan kulit samak dengan peningkatan tebal 30.55%, kuat sobek 84.77 N/mm, kuat tarik 22.68 N/mm<sup>2</sup>, dan kemuluran 57.38%. Uji organoleptik menunjukkan bahwa warna yang dihasilkan kulit samak dengan menggunakan gambir lebih terlihat menarik dan alami, serta lebih halus, sehingga kulit samak tersebut berpotensi untuk pembuatan dompet, tas wanita, sepatu, sabuk, dan aksesoris.

**Kata kunci:** bahan penyamakan nabati; kulit ikan tuna; kulit samak; penyamakan; *retanning*.

**ABSTRACT**

*Retanning is a post-tanning process. Retanning using vegetable tanning materials is expected to reduce the use of chromium in leather production. The objectives of this study were to determine the effect of the type and concentration of vegetable tanning on the physical and organoleptic properties of tuna skin in retanning tuna skin and to determine the best type of material and concentration of vegetable tanning for tuna skin retanning. Tuna skin was tanned with 8% chromium, then retanned using a factorial experimental design with a completely randomized design (CRD) with two treatments, namely vegetable tanning agent (mimosa, gambier, and quebracho) and dose or concentration of tanning agent (10%, 15%, and 20%) with two replications. The increase in thickness, shrinkage temperature, tensile strength, tear strength, elongation, and organoleptic properties of the resulting leathers were measured. The results of this study indicated that the type of vegetable tannage has a significant effect on thickness, shrinkage temperature, tear strength, tensile strength, and elongation. The dosage of vegetable tannage has a significant effect on shrinkage temperature, tear strength, and elongation. The best type and dosage of retanning is gambier with a dosage of 20% which produces leather with an increase in thickness of 30.55%, tear strength of 84.77 N/mm, tensile strength of 22.68 N/mm<sup>2</sup>, and elongation of 57.38%. Organoleptic tests showed that the colour produced by using gambier looks more attractive and natural, and is smoother, so that the leather has the potential for manufacturing wallets, women's bags, shoes, belts, and accessories.*

**Keywords:** leather; retanning, tanning; tuna fish skin; vegetable tannages.

## PENDAHULUAN

Kulit merupakan salah satu komoditi potensial Indonesia dari sektor peternakan. Kulit juga merupakan salah satu penghasil serat kolagen yang dapat diproses menjadi kulit samak (*leather*) dengan proses penyamakan (*tanning*) (Suparno, 2020). Secara umum, kulit samak digunakan untuk membuat produk-produk alas kaki, pakaian, sarung tangan, *leathergoods*, *heavy leather*, dan *upholstery*.

Pada umumnya kulit yang dimanfaatkan untuk penyamakan adalah kulit yang berasal dari hewan darat seperti kambing, domba, sapi, dan kerbau. Sebagai alternatif dapat digunakan kulit ikan yang merupakan hasil samping dari industri pengolahan ikan. Bindu *et al.* (2014) melaporkan bahwa tuna merupakan makanan laut yang paling banyak dikonsumsi. Produk samping dari pengolahan tuna mencakup kulit, kepala, tulang, jeroan, dan otot setelah pinggang. Kulit tuna dapat dikonversi menjadi kulit samak bermutu tinggi untuk menghasilkan produk-produk kulit seperti tas, ikat pinggang, dompet, sandal, dan lain-lain.

Penyamakan kulit merupakan salah satu pengolahan kulit untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai tambah yang tinggi. Penyamakan adalah suatu proses memodifikasi protein dalam kulit, sehingga ketahanan terhadap panas, pendegradasian enzimatik, dan kekuatan mekaniknya lebih tinggi (Suparno *et al.*, 2008; Krishnaraj *et al.*, 2010).

Lebih dari 90% produksi kulit samak global saat ini melalui proses penyamakan krom. Penyamakan dengan garam krom, yang masih merupakan prosedur penyamakan kulit yang paling populer, berada di bawah tekanan dari kelompok lingkungan dan peraturan internasional karena alasan polusi dan toksikologi yang mengasosiasikan kromium (III) yang biasa digunakan dengan kromium (VI) yang berbahaya. Salah satu alternatif penyamakan yang saat ini dimanfaatkan adalah kombinasi tanin nabati dan oksazolidin adalah salah satu pilihan yang menjanjikan (Musa and Gasmelseeda, 2013). Saat ini banyak studi yang dilakukan berkaitan dengan teknologi pengurangan penggunaan krom dalam proses penyamakan kulit.

*Retanning* merupakan salah satu proses pascapenyamakan (*post-tanning*) yang bertujuan untuk memodifikasi sifat dan kinerja kulit samak, yakni mengubah *feel/handle*, stabilitas kimia dan hidrotermal, dan penampilan kulit samak. Reaksi-reaksi kimia yang terlibat dalam *retanning* adalah penyamak mineral dengan garam-garam logam, polimer dapat berikatan hidrogen, reagen aldehida, dan reaksi elektrostatik dengan polimer atau resin atau jenis sintan lainnya (Covington, 2009). Diantara polimer yang dapat berikatan hidrogen adalah bahan penyamak nabati, yakni bahan penyamak yang berasal dari tumbuhan yang mengandung kadar tanin, yakni senyawa polifenol di dalamnya, yang dapat berikatan hidrogen dengan kulit.

*Retanning* adalah proses yang digunakan untuk meningkatkan kekencangan lapisan grain dan pengisian kulit samak dengan menggunakan tanin nabati, sintan, dan berbagai jenis resin. *Retanning* dengan Garad menghasilkan kulit samak dengan kekencangan bagian grain yang baik. Karakteristik pewarnaan, kuat tarik dan suhu kerut kulit samak ulang Garad lebih baik daripada kulit dengan kulit samak ulang dengan mimosa (Musa and Gasmelseed, 2014). Ketika senyawa polifenol dan polikarboksilat tertentu digabungkan dengan garam logam, kulit samak kombinasi diproduksi dengan ketahanan yang baik terhadap penyusutan hidrotermal dan efek kimiawi. Suhu kerut kulit samak semi-logam dapat lebih tinggi daripada yang diperkirakan, yang merupakan contoh sinergi, ketika efek total lebih besar daripada jumlah bagian-bagiannya (Abdella *et al.*, 2018).

Penggunaan bahan penyamak nabati dalam penyamakan kulit akan memengaruhi mutu fisik, yaitu *feel/handle* yang lebih lembut, daya serap air yang baik, dan warna yang lebih menarik (Madhan, 2006). Penggunaan mimosa sebagai bahan *retanning* dapat mengurangi pembentukan Cr(VI) (Anggriyani *et al.*, 2019). Gallotanin dalam *hydrolysable tannins* memiliki aktivitas antioksidan yang unggul dan termasuk jenis tanin yang paling efektif dalam mencegah pembentukan Cr(VI) (Ozkan *et al.*, 2015). Valonea lebih efektif untuk pencegahan pembentukan Cr(VI) daripada henna sesuai dengan kapasitas antioksidannya. Selain itu, penggunaan mordan juga berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai Cr(VI), yakni mordan tembaga mengakibatkan nilai Cr(VI) di bawah atau mendekati batas deteksi (Özgünay *et al.*, 2016). Penggunaan bahan penyamak nabati dapat mereduksi penggunaan krom dalam penyamakan kulit. Penggunaan penyamak nabati lebih murah dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan krom.

Dengan latar belakang di atas, maka diperlukan penelitian untuk menentukan jenis bahan penyamak nabati dan konsentrasi atau dosis terbaik untuk *retanning* kulit ikan tuna. Jenis bahan penyamak nabati dan dosisnya tersebut diharapkan mampu menghasilkan mutu kulit samak yang lebih baik sesuai dengan penggunaannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh jenis dan dosis atau konsentrasi bahan penyamak nabati terhadap sifat-sifat fisik dan organoleptik kulit samak ikan tuna, dan menentukan jenis dan dosis bahan penyamak nabati yang terbaik untuk *retanning* kulit ikan tuna.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kulit ikan tuna yang berasal dari spesies *Thunnus albacore* (tuna sirip kuning) dari PT Kelola Mina Laut, Gresik, Jawa Timur. Bahan yang digunakan adalah aquades, krom dengan basisitas 33%, bahan penyamak nabati (mimosa, gambir, dan *quebracho*), natrium klorida, asam sulfat, asam formiat, natrium bikarbonat, Sertan ND (*dispersing agent*), minyak ikan, dan minyak sintetik untuk proses *fatliquoring*.

### Alat

Alat-alat yang digunakan adalah alat untuk proses penyamakan dan proses analisis, yaitu molen (drum putar), *shaker*, *toggle dryer*, pH meter, baumemeter, *thickness gauge*, *tensile strength tester* (Instron), pengukur suhu kerut, dan alat uji tarik (Zwick/Roell).

### Metode

#### *Penyamakan Krom*

Kulit piket ikan tuna dipotong dengan ukuran  $7 \times 7$  cm<sup>2</sup>, kemudian diukur tebalnya di lima titik berbeda dengan menggunakan alat *thickness gauge*. Kulit piket kemudian dicuci. Penyamakan krom dilakukan dengan menggunakan *jar* dan *shaker* menggunakan metode yang dilaporkan oleh Suparno (2005). Kulit samak dilanjutkan dengan *retanning* menggunakan bahan penyamak nabati.

#### *Retanning Menggunakan Bahan Penyamak Nabati*

*Retanning* menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan, yaitu faktor A adalah jenis bahan penyamak (mimosa, gambir, dan *quebracho*) dan faktor B adalah dosis atau konsentrasi bahan penyamak (10%, 15%, dan 20%) dengan ulangan sebanyak dua kali.

Prosedur *retanning* merujuk pada prosedur yang dilaporkan oleh Suparno *et al.* (2007; 2008) yang telah dimodifikasi. Kulit hasil proses penyamakan krom dilanjutkan dengan *retanning* menggunakan mimosa, gambir, dan *quebracho* dengan dosis atau konsentrasi masing-masing 10%, 15%, dan 20%.

### **Pengujian Kulit Samak**

Pengujian sifat-sifat fisik kulit samak yaitu kuat tarik dan kemuluran dengan prosedur SLP 6, suhu kerut ( $T_s$ ) dengan SLP 18, tebal dengan SLP 4, kuat sobek dengan SLP 7 (SLTC, 1996), dan sifat organoleptik kulit berupa warna dan *feel/handle*.

### **Analisis Data**

Uji ragam (Anova) dan uji lanjut Duncan menggunakan SPSS 17.00. Apabila pada uji ragam, pengaruh faktor utama dan interaksi antar faktor utama berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 95%, pengujian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk melihat perbedaan pengaruh tiap faktor maupun kombinasi antarfaktor.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Persiapan Bahan Baku**

Karakterisasi bahan baku penyamak nabati dilakukan untuk mengetahui kandungan kadar tanin yang terdapat dalam bahan penyamak tersebut. Kadar tanin merupakan parameter yang penting. Nilai kadar tanin adalah mimosa 25.26%, *quebracho* 22.98%, dan gambir 17.24%. Kadar-kadar tersebut lebih rendah dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Suparno *et al.* (2007), yaitu kadar tanin mimosa 57%, *quebracho* 55% dan yang gambir 54%.

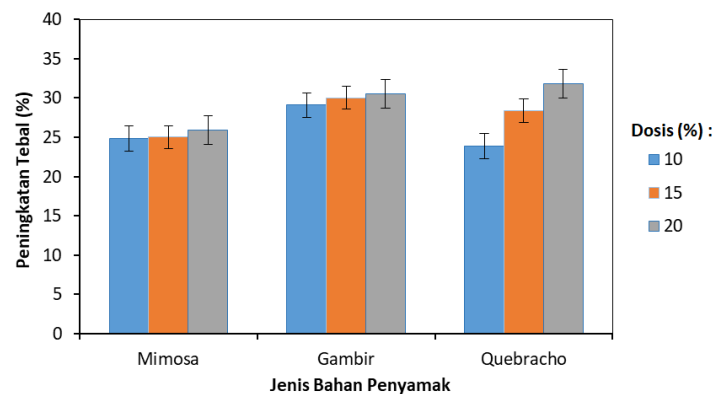
Kulit ikan tuna diproses menjadi kulit pikel melalui proses prapenyamakan. Tebal kulit pikel adalah 0.88 mm dan suhu kerutnya adalah 53 °C. Kulit yang telah dipikel kemudian disamak dengan krom dan diuji kembali tebal dan suhu kerutnya. Tebal kulit samak krom adalah 0.92 mm dan suhu kerutnya 95 °C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyamakan krom meningkatkan tebal dan suhu kerut kulit ikan tuna. Kulit samak krom tersebut kemudian di-*retanning* menggunakan bahan penyamakan nabati.

### **Peningkatan Tebal**

Tebal kulit samak menunjukkan tingkat *fullness* kulit samak tersebut. Tebal kulit samak yang dihasilkan adalah 1.57-1.64 mm. Peningkatan tebal kulit samak setelah *retanning* menggunakan penyamak nabati adalah 23.8% - 31.8% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa nilai signifikansi jenis bahan penyamak sebesar 0.024 ( $< 0.05$ ), sehingga jenis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap peningkatan tebal. Nilai signifikansi dosis bahan penyamak adalah 0.088 ( $> 0.05$ ), sehingga [dosis tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan tebal. Interaksi antara jenis bahan penyamak dan dosisnya memberikan signifikansi 0.335 ( $> 0.05$ ) yang mengindikasikan bahwa interaksi antara faktor jenis bahan penyamak dan dosisnya tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan tebal.

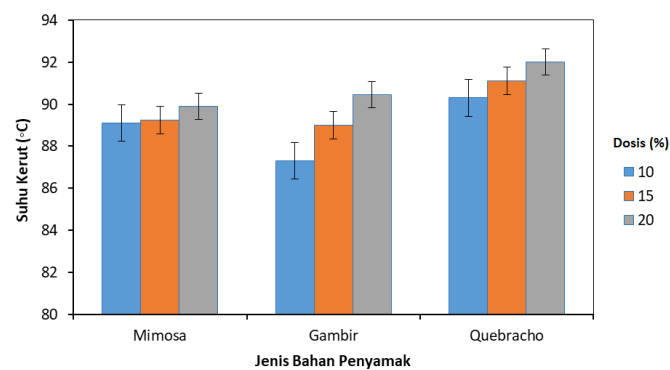
Uji lanjut Duncan mengindikasikan bahwa mimosa dan gambir masuk ke dalam subset yang berbeda (mimosa masuk ke dalam subset 1 dan gambir ke dalam subset 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua jenis bahan penyamak tersebut memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap peningkatan tebal. Berdasarkan penelitian ini, *retanning* dengan gambir memberikan meningkatkan tebal kulit samak paling tinggi.



Gambar 1. Pengaruh jenis bahan penyamak dan dosisnya terhadap peningkatan tebal kulit samak

### Suhu Kerut

Suhu kerut kulit akan meningkat dengan penyamakan. Pada penelitian ini, suhu kerut kulit samak setelah *retanning* adalah 87.3 – 92.0 °C sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



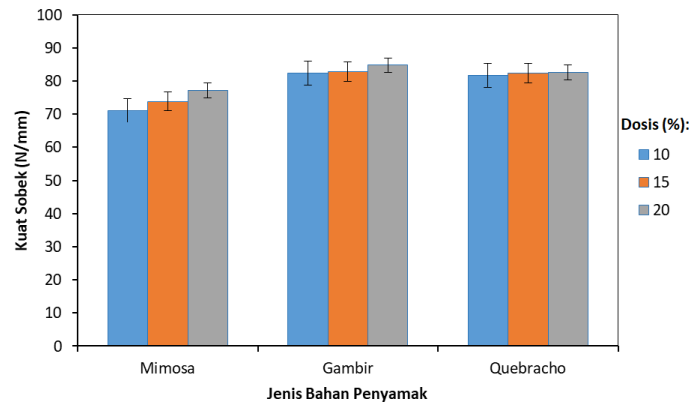
Gambar 2. Pengaruh jenis bahan penyamak dan dosisnya terhadap peningkatan suhu kerut kulit samak

Berdasarkan analisis ragam, nilai signifikansi jenis bahan penyamak sebesar 0.004 ( $< 0.05$ ), sehingga jenis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap suhu kerut. Nilai signifikansi dosis bahan penyamak sebesar 0.014 ( $< 0.05$ ), sehingga dosis berpengaruh nyata terhadap suhu kerut. Interaksi antara fbahan dan dosisnya memberikan signifikansi sebesar 0.332 ( $> 0.05$ ), sehingga interaksi antara jenis bahan penyamak dan dosisnya tidak berpengaruh nyata terhadap suhu kerut kulit samak.

Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa *quebracho* memberi pengaruh berbeda nyata terhadap suhu kerut serta dosis 10% dan 20% pada jenis bahan penyamak *quebracho* tersebut memberikan efek yang berbeda nyata terhadap suhu kerut. Suhu kerut tertinggi dihasilkan oleh *quebracho* 20%. Hal tersebut menunjukkan suhu kerut akan meningkat seiring dengan peningkatan dosis dosis bahan penyamak nabati yang digunakan.

### Kuat Sobek

Kuat sobek adalah besarnya gaya maksimal yang diperlukan untuk menyobek kulit yang dinyatakan dalam N/mm. Kuat sobek kulit samak setelah *retanning* adalah 71.11-84.77 N/mm sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh jenis bahan penyamak dan dosisnya terhadap kuat sobek kulit samak

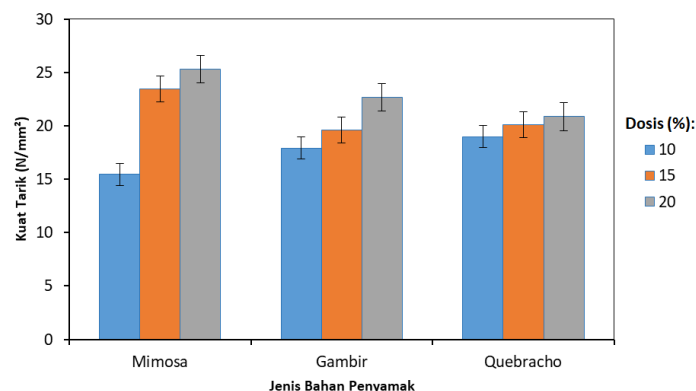
Analisis ragam menunjukkan bahwa nilai signifikansi jenis bahan penyamak sebesar 0.000 ( $< 0.05$ ), sehingga jenis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap kuat sobek. Nilai signifikansi dosis sebesar 0.001 ( $< 0.05$ ), sehingga dosis berpengaruh nyata terhadap kuat sobek. Interaksi antara jenis bahan penyamak nabati dan dosisnya memberikan signifikansi sebesar 0.031 ( $< 0.05$ ), sehingga berpengaruh nyata terhadap kuat sobek.

Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa jenis bahan penyamak mimosa masuk ke dalam subset yang berbeda (mimosa masuk ke dalam subset 1, sedangkan *quebracho* dan gambir ke dalam subset 2). Hal tersebut mengindikasikan bahwa gambir dan *quebracho* memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuat sobek. Dari perlakuan dosis, bahwa ketiga nilai dosis masuk ke dalam subset yang berbeda, yang berarti ketiga nilai dosis tersebut memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kuat sobek. Semakin tinggi dosis bahan penyamak yang ditambahkan, maka semakin tinggi nilai kuat sobek. Kuat sobek tertinggi dihasilkan oleh gambir 20%.

Kuat sobek dipengaruhi oleh tebal kulit, arah serat kolagen, sudut antar serat dengan lapisan *grain*, dan lokasi sampel pada kulit. Tebal kulit mempengaruhi nilai kuat sobek karena kulit yang tebal memiliki tenunan serat-serat kolagen yang berikatan lebih banyak.

### Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan salah satu parameter mutu penting kulit samak. Kuat tarik kulit samak hasil *retanning* adalah 15.45 – 25.31 N/m<sup>2</sup> sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh jenis bahan penyamak dan dosisnya terhadap peningkatan kuat tarik kulit samak tuna

Berdasarkan analisis ragam, nilai signifikansi jenis bahan penyamak sebesar 0.002 ( $< 0.05$ ), sehingga jenis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik. Nilai signifikansi dosis sebesar 0.074 ( $> 0.05$ ), sehingga dosis tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik. Interaksi antara jenis bahan penyamak nabati dan dosisnya memberikan signifikansi sebesar 0.507 ( $> 0.05$ ), sehingga tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik.

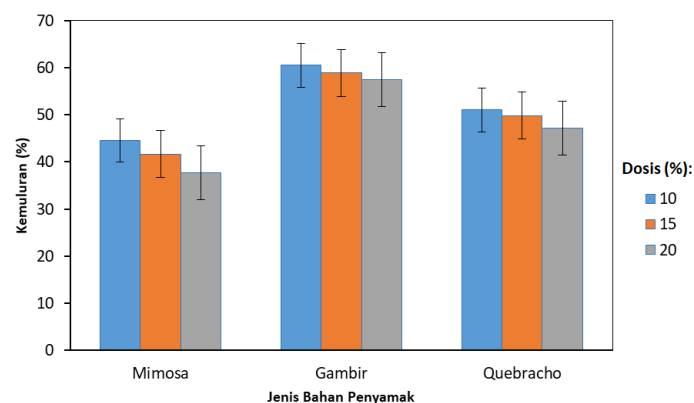
Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa mimosa secara signifikan masuk ke dalam subset yang berbeda (mimosa masuk ke dalam subset 2, sedangkan *quebracho* dan gambir ke dalam subset 1), sehingga mimosa memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap kuat tarik. Kuat tarik yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi syarat SNI, yaitu minimum 75 kgf/cm<sup>2</sup> atau 7.5 N/mm<sup>2</sup> (BSN, 1989).

Nilai kuat tarik dipengaruhi oleh tebal dan memiliki korelasi yang positif dengan nilai kuat sobek. Tebal akan memengaruhi kestabilan kulit, yakni kestabilan kulit samak dipengaruhi oleh ikatan silang yang terbentuk antara bahan penyamak dengan protein kulit (Suparno *et al.*, 2013). Penelitian ini menunjukkan nilai kuat tarik terbesar dihasilkan oleh mimosa 20%. Kulit yang disamak dengan mimosa, kulit yang dihasilkan memiliki tekstur yang lebih kaku dan keras, sehingga nilai kuat tarik yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.

### Kemuluran

Kulit samak yang mulur tidak mudah sobek dan tidak kaku saat digunakan. Kemuluran kulit samak pada penelitian ini adalah 37.61% - 60.50% sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

Analisis ragam menunjukkan bahwa nilai signifikansi jenis bahan penyamak sebesar 0.034 ( $< 0.05$ ), sehingga jenis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap kemuluran kulit samak. Nilai signifikansi dosis sebesar 0.713 ( $> 0.05$ ), sehingga faktor dosis tidak berpengaruh nyata terhadap kemuluran. Interaksi antara faktor jenis bahan penyamak dan dosisnya memiliki nilai signifikansi sebesar 0.999 ( $> 0.05$ ), yang menunjukkan bahwa interaksi tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap kemuluran.



Gambar 5. Pengaruh jenis bahan penyamak dan dosisnya terhadap kemuluran kulit samak

Uji Duncan menunjukkan bahwa jenis bahan mimosa dan gambir masuk ke dalam subset yang berbeda (mimosa masuk ke dalam subset 1, sedangkan gambir subset 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan mimosa dan gambir tersebut memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap kemuluran. Nilai tersebut tidak memenuhi syarat SNI, yakni maksimum 25%

(BSN, 1989). Hal tersebut terjadi karena perbedaan kulit yang digunakan, kulit ikan memiliki serat yang lebih renggang dan arah serat yang tidak teratur dibandingkan dengan serat pada kulit kambing.

Nilai kemuluran yang dihasilkan berbanding terbalik dengan peningkatan persentase tebal kulit, sehingga dengan faktor sebelumnya yaitu kuat tarik memiliki korelasi yang negatif. Peningkatan tebal pada kulit samak seiring dengan bertambahnya dosis bahan penyamak menjadikan kulit samak lebih kaku akibat dari banyaknya ikatan yang terjadi antara kolagen kulit dengan tanin pada bahan penyamak nabati yang menyebabkan nilai kemuluran akan semakin berkurang. Pada hasil pengujian tebal kulit samak tuna menunjukkan bahwa penambahan dosis dapat meningkatkan tebal kulit samak. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang diperoleh, peningkatan tebal oleh gambir memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan mimosa dan *quebracho*, begitu pula pada nilai kemuluran.

Kelemasan kulit samak terjadi akibat pembukaan serat-serat kolagen penyusun tenunan kulit pada proses pengapuran (*liming*) yang mereduksi elastin pada protein kulit. Elastin merupakan protein *fibrous* yang membentuk serat-serat yang sangat elastis, karena mempunyai rantai asam amino yang membentuk sudut, sehingga pada saat mendapat tegangan maka sudut-sudut tersebut akan menjadi lebih lurus dan akan kembali seperti semula apabila tegangan tersebut dilepaskan.

### Uji Organoleptik

Penyamakan dengan krom menghasilkan mutu kulit yang berbeda dengan penyamakan nabati, sehingga untuk menyempurnakan mutu kulit samak yang dihasilkan, kulit samak krom dilakukan *retanning* menggunakan bahan penyamak nabati. *Retanning* menggunakan bahan penyamak nabati tersebut juga menyebabkan warna dan *feel/ handle* berbeda sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Kulit ikan yang disamak menggunakan krom dan *retanning* dengan gambir pada umumnya menghasilkan keadaan kulit yang lebih halus dan lemas. Hal tersebut sesuai dengan SNI kulit samak kambing kombinasi (BSN, 1989). Kulit yang disamak ulang dengan gambir menghasilkan warna lebih menarik dan rata, sehingga kulit jenis ini pada pengaplikasiannya cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan dompet, sabuk, jaket, dan aksesoris.

Pemilihan perlakuan terbaik pada penelitian ini berdasarkan pada sifat-sifat fisik dan organoleptik yang diperlukan kulit samak sebagai bahan baku untuk memproduksi dompet, tas wanita, sepatu, sabuk, dan aksesoris, yakni kulit samak yang tebal, lembut, dan elastis. *Retanning* dengan gambir 20% memberikan hasil terbaik. Pada kondisi perlakuan ini, sifat-sifat kulit samak yang dihasilkan adalah peningkatan tebal kulit 30.55%, suhu kerut 90.45 °C, kuat sobek 84.77 N/mm, kuat tarik 22.68 N/mm<sup>2</sup>, dan kemuluran 57.38%. Uji organoleptik menunjukkan warna coklat tua dan lebih halus dibandingkan hasil samak menggunakan bahan penyamak lainnya.

Tabel 1. Pengaruh jenis dan dosis bahan *retanning* terhadap sifat organoleptik kulit samak tuna

Jenis Penyamak	Bahan Dosis (%)	Warna	Feel/Handle
Mimosa	10	coklat muda	halus
	15	coklat muda	halus bertekstur sisik
	20	coklat muda	agak kasar bertekstur sisik
Gambir	10	coklat tua terang	halus
	15	coklat tua terang	halus
	20	coklat tua gelap	halus
Quebracho	10	coklat muda terang	agak kasar bertekstur sisik kasar
	15	coklat muda terang	bertekstur sisik
	20	coklat muda	kasar bertekstur sisik

## KESIMPULAN

Jenis bahan penyamak pada *retanning* kulit samak krom ikan tuna berpengaruh nyata terhadap tebal, suhu kerut, kuat sobek, kuat tarik, dan kemuluran kulit samak yang dihasilkan. Dosis bahan penyamak berpengaruh nyata terhadap suhu kerut, kuat sobek, dan kemuluran. Interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap kuat sobek dan kemuluran.

Berdasarkan sifat fisik dan uji organoleptik kulit samak yang dihasilkan, gambir dengan dosis 20% merupakan perlakuan terbaik dalam *retanning* kulit ikan tuna yang disamak dengan krom 8%.

Sifat kulit yang dihasilkan adalah peningkatan tebal kulit 30.55%, suhu kerut 90.45 °C, kuat sobek 84.77 N/mm, kuat tarik 22.68 N/mm<sup>2</sup>, dan kemuluran 57.38%. Uji organoleptik menunjukkan bahwa warna yang dihasilkan kulit samak dengan menggunakan gambir lebih terlihat menarik dan alami, serta lebih halus dibandingkan hasil samak menggunakan bahan penyamak lainnya, sehingga kulit samak yang dihasilkan berpotensi cocok dalam pembuatan dompet, tas wanita, sepatu, sabuk, dan aksesoris.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada PT Kelola Mina Laut (PT KML), Gresik atas penyediaan kulit ikan tuna untuk bahan penelitian ini dan terima kasih pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fateta IPB University atas penyediaan fasilitas penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1989. Standar Nasional Indonesia. Kulit Lapis Domba/Kambing Samak Kombinasi (Krom-Nabati). SNI 06-0463-1989. Jakarta (ID): BSN.
- [SLTC] Society of Leather Technologists and Chemists. 1996. Official Methods of Analysis. Northampton (UK): SLTC.
- Abdella MH, Musa AE, Ali SB. 2018. Sunt Bark (*Acacia nilotica*) Powder Combination Tanning for Manufacture of Upper Leather. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS) 5 (4): 83-88.
- Anggriyani E, Nugroho AR, Rosiati NM. 2019. Technology of Reducing Cr(VI) on Leather Processing using Mimosa as Retanning Agent. Leather and Footwear Journal 19(1): 67-72.

- Bindu J, Nithin CT, Ravishankar CN, and Gopal TKS. 2014. Utilisation of tuna resources: some by-products. *INFOFISH International* 5: 37-40.
- Covington AD. 2009. *Tanning Chemistry The Science of Leather*. Cambridge (UK): RSC Publishing.
- Krishnaraj K, Thanikaivelan, Chandrasekaran B. 2010. Effect of Chromium and Tanning Method on the Drape of Goat Suede Apparel Leathers. *JALCA* 105 : 71 – 77.
- Madhan B. 2006. Interaction of Aluminium and Hydrolysable Tannin Polyphenols: An Approach to Understanding the Mechanism of Aluminium Vegetable Combination Tannage. *JALCA* 101 : 317 – 323.
- Musa AE and Gasmelseed GA. 2013. Development of Eco-friendly Combination Tanning System for the Manufacture of Upper Leathers. *International Journal of Advance Industrial Engineering* 1(1): 9-15.
- Musa AE and Gasmelseed GA. 2014. Application of *Acacia nilotica* spp *nilotica* Pods (Garad) Powder as Alternative Vegetable Retanning Material. *Journal of Forest Products & Industries* 3(2): 112-117.
- Ozkan CK, Ozgunay H, Kalender D. 2015. Determination of Antioxidant Properties of Commonly used Vegetable Tannins and their Effects on Prevention of Cr(VI) Formation. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists* 99: 245-249.
- Özgünay H, Yilmaz O, Dandar U, Çolak S, Zengin G, Afşar A, Simion D, Gaidău C. 2016. The Effect of Valonea and Henna Treatment and Post- Mordanting on Cr (Vi) and Free Formaldehyde Formation in Leather. *Tekstil Ve Konfeksiyon* 26(3): 327-334.
- Suparno O. 2005. Phenolic reactions for leather tanning and dyeing. PhD Thesis. Leicester (UK): University of Leicester.
- Suparno O, Covington AD, Evans CS. 2007. Novel combination tanning using diphenols and oxazolidine for the production of high stability leather. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 91(5):188-192.
- Suparno O, Covington AD, Evans CS. 2008. Teknologi Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan: Penyamakan Kombinasi Menggunakan Penyamak Nabati, Naftol, dan Oksazolidin. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 18 (2): 79-84.
- Suparno O, Gumbira-Sa'id E, Kartika IA, Amwaliya S. 2013. An innovative new application of hydrogen peroxide to accelerate chamois tanning. Part II: the effect of oxidation times on the quality of chamois leather. *Journal of the American Leather Chemists Association* 108(5), 180-188.
- Suparno O. 2020. Potensi dan Masa Depan Serat Alam Indonesia Sebagai Bahan Baku Aneka Industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 30 (2): 221-227.

ISBN 978-623-172-311-6



9 786231 723116