



p-ISSN 2252 - 4002

e-ISSN 2548 - 558x

DOI. 10. 30869

JUDIT TECHNOPRENEUR JURNAL

TECHNOLOGY & ENTREPRENEUR

VOLUME 7 NOMOR 2 NOVEMBER

POLITEKNIK GORONTALO

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

JURNAL TECHNOPRENEUR
(Technology & Entrepreneur)
Terakreditasi SINTA 6

Jurnal Technopreneur (Technology & Entrepreneur) adalah jurnal ilmiah tentang hasil-hasil penelitian dan pengetahuan sistematis tentang rekayasa dan teknologi, dalam bidang Teknologi Hasil Pertanian, Teknik Mesin dan Peralatan Pertanian dan Teknik Informatika. Terbit pertama kali 2012 dengan frekuensi dua kali setahun pada bulan Mei dan November dan telah terbit cetak maupun online.

DEWAN REDAKSI
Periode 2018 - 2020

Pelindung/ Penasehat :
Direktur Politeknik Gorontalo

Ketua Dewan Redaksi :
Yunita Djamalu

Penyunting Ahli :
Rusthamrin H. Akuba
Arif Murtaqi Ahmad MS
Saprina Mamase
Ika Okhtora Angelia
Evi Sunarti Antu

Mitra Bestari :
Elna Karmawati (Puslit Bangbun Bogor)
Idat Galih Permana (IPB)
Abdul Rahmat (UNG)
Rosmeika (Balai Mekanisasi Pertanian Serpong)
Purnawarman Musa (Universitas Gunadarma)

Dewan Redaksi Pelaksana :
Aditya Akuba
Suci Ramadhani

Alamat Redaksi/ Penerbit :

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Politeknik Gorontalo
Jalan Muchlis Rahim, Panggulo Kec. Botupingge, Kab. Bone Bolango, Gorontalo
Telp/ Fax : (0435)825380/826908
Email : jtech@poligon.ac.id
OJS : jurnal.poligon.ac.id

DAFTAR ISI

Pengantar Dewan Redaksi	i
Daftar Isi	ii
Perancangan Dashboar untuk Monitoring Penerimaan Mahasiswa Baru. (Margaretha Yohanna, Yolanda Y. P Rumapea)	46 - 51
Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Waigeo, Raja Ampat (Simon I. Patty, Putri Sapira Ibrahim, Fione Yukita Yalindua)	52 - 57
Analisis Sifat Mekanis Perbandingan Campuran Komposit Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Matrix Epoxy untuk Material Kampas Rem Cakram. (Saiful Arif,Dani Irawan, Muhamad Jainudin)	58 - 63
Peningkatan Mutu Ikan Roa (<i>Hemarimphus sp.</i>) Asap dengan Response Surface Method – Central Composite Design (RSM-CCD). (Ingka Rizkyani Akolo, Rosdiani Azis)	64 - 71
Deteksi Bahan Kimia Pada Daging Ikan Konsumsi Menggunakan Metode Neural Network Berdasarkan Analisis Tekstur dan Warna. (Salman Suleman, Rosy Pakaya)	72 - 79
Karakteristik Sifat Fisika dan Kimia Takakura Composting Asal Kulit Pisang Goroho Melalui Uji Kerja Kultur Kering BAL (Bakteri Asam Laktat) (Desi Arisanti, Satria Wati Pade)	80 - 85
Karakteristik Heat Collector Tipe Solenoid Celup. (Burhan Liputo, Arif Murtaqi Akhmad Mutsyahidan)	86 – 91
Uji Kinerja Mesin Diesel Generator Menggunakan Bahan Bakar Mode Sistem Dual Fuel Solar dan SYNGAS Hasil Gasifikasi dari Tongkol Jagung. (Romi Djafar, Agus Ssusanto Ginting)	92 – 98
Variasi Binder Pati Sagu dengan Penambahan Ekstrak Kunyit (<i>Curcuma Domestica</i>) Pada Pembuatan Mi Sagu (<i>Metroxylon Sagu</i>) Kering (Adnan Engelen, Nurhafnita)	99 - 110
Penerapan Ux Gamification Pada Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website Menggunakan Codeigniter Pada Salon Seventyrazor (Andri Prasetyo, Samsul Arifin, Linda Suvi Rahmawati)	111 - 117

PERANCANGAN *DASHBOARD* UNTUK MONITORING PENERIMAAN MAHASISWA BARU

Margaretha Yohanna ¹⁾, Yolanda Y. P Rumapea ²⁾

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Methodist Indonesia

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Methodist Indonesia

Email: yohanna.na2@gmail.com ¹⁾

ABSTRAK

Salah satu tujuan perguruan tinggi adalah menghasilkan generasi muda yang berkualitas. Untuk mendukung hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang baik, salah satunya sistem informasi penerimaan mahasiswa baru. Di salah satu universitas swasta di kota Medan sistem informasi penerimaan mahasiswa baru yang digunakan masih bersifat konvensional, dimana pencatatan data-data mahasiswa baru masih berupa teks dan angka. Dengan sistem *dashboard* yang dikembangkan, memudahkan pihak rektorat dan dekanat dalam mengatur strategi untuk mencapai target yang diinginkan dalam penerimaan mahasiswa baru. Selain itu melalui bantuan *dashboard*, tampilan yang dihasilkan menarik dan informasi yang disajikan mudah dipahami sehingga pihak Rektorat dan Dekanat dapat dengan mudah memantau jumlah mahasiswa baru. Dalam penelitian ini, data yang digunakan yaitu data mahasiswa baru di kampus 1 salah satu perguruan tinggi swasta di kota Medan. Hasil penelitian ini diperoleh suatu sistem *dashboard* yang memudahkan pihak rektorat dan dekanat dalam mengatur strategi penerimaan mahasiswa baru agar tidak terjadi penurunan jumlah mahasiswa.

Kata kunci: *dashboard*, grafik, mahasiswa baru.

ABSTRACT

One of the goals of private universities is to assist the Government in the field of education and produce a quality young generation. To support this, a good system is required, one of which is a new admissions information system. In one of the private universities in the city of Medan the new admissions information system used is still conventional, where the recording of new student data is still text and numbers. With the dashboard system developed, facilitate the Rectorate and Deanery in regulating the strategy to reach the desired target in the admission of new students. In addition through the help of the dashboard, the resulting display is interesting in the form of relevant graphs so that Rectorate and Deanery can easily monitor all aspects of the admission performance of new students. In this research, data used is the data of new students of the private colleges in the city of Medan. The results of this research obtained a dashboard system that facilitates the Rectorate and Deanery in regulating the acceptance strategies of new students to avoid a decline in student numbers.

Keywords: *dashsboard*, *graphs*, *new students*.

1. PENDAHULUAN

Persaingan di dunia Pendidikan sekarang semakin kompetitif, terutama bagi perguruan tinggi swasta. Para mahasiswa yang tidak diterima di perguruan tinggi negeri akan mencari universitas swasta terbaik untuk melanjutkan pendidikannya. Salah satu tujuan perguruan tinggi swasta adalah menghasilkan generasi muda yang berkualitas. Untuk mendukung Pendidikan yang berkualitas khususnya dalam bidang teknologi informasi, diperlukan suatu sistem pengolahan penerimaan mahasiswa baru [1]. Teknologi informasi mampu meningkatkan efektifitas, efisiensi, daya saing dan mendukung kegiatan manajerial organisasi (termasuk institusi Pendidikan).

Salah satu penggunaan teknologi informasi di salah satu universitas swasta di Medan yaitu sistem informasi penerimaan mahasiswa baru, di

mana sistem tersebut digunakan untuk mencatat data-data mahasiswa baru. Sistem informasi yang digunakan masih bersifat konvensional, pencatatan data-data mahasiswa baru masih berupa teks dan angka. Pelaporan yang dihasilkan juga belum memenuhi sebagai alat penunjang dalam mendukung keputusan karena masih berupa data dan belum berupa suatu model informasi. Sistem pelaporan yang kurang baik dan kurang menarik dapat menghambat dalam proses monitoring pencapaian tujuan yang diinginkan sehingga keputusan yang diambil tidak bisa dilakukan dengan cepat untuk meningkatkan kinerja bagian penerimaan mahasiswa baru.

Untuk menunjang dalam penyediaan informasi yang menarik, data-data yang ada dapat direpresentasikan menggunakan *dashboard system*. *Dashboard* merupakan alat untuk menyajikan

informasi secara sekilas yang memberikan tampilan antarmuka dalam berbagai bentuk, seperti diagram, laporan, *indicator* visual, mekanisme *alert*, yang dipadukan dengan sistem informasi yang dinamis dan relevan [2]. Informasi yang disajikan mudah dipahami dan memberikan gambaran mengenai informasi yang ditampilkan. *Dashboard* secara umum memiliki tampilan yang sesuai dan mudah dimengerti oleh pihak rektorat dan dekanat.

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data mahasiswa baru, seperti data calon mahasiswa, tingkat kelulusan ujian masuk, data bagi mahasiswa yang melakukan registrasi ulang, data asal sekolah, data orangtua dan data pendukung lainnya. Tingkat pencapaian kinerja diukur dari *KPI* (*Key performance Indikator*) yang disusun oleh bagian penerimaan mahasiswa baru sehingga bisa diperoleh perbandingan pencapaian kinerja. *Key Performance Indicator* (KPI) merupakan representasi dari sejumlah langkah – langkah pengukuran yang berfokus pada aspek – aspek organisasi kinerja yang paling penting untuk kesuksesan saat ini dan masa depan dari organisasi [3]. Dengan sistem *dashboard* yang dikembangkan, pihak rektorat dan dekanat dapat dengan mudah memantau semua aspek kinerja penerimaan mahasiswa baru serta dapat dengan cepat mengatur strategi penerimaan mahasiswa baru agar jumlah mahasiswa dapat terus meningkat.

1.1. *Dashboard*

Dashboard merupakan salah satu penyelesaian dalam penyajian dan visualisasi data, dengan menggunakan sistem *dashboard*, data dan informasi strategis dapat ditampilkan secara *online*, cepat, dan mudah dipahami oleh pemimpin organisasi [5]. *Dashboard* merupakan turunan dari sistem informasi eksekutif atau *Executive Information System* (EIS) dan *Decision Support Systems* (DSS) dengan sistem data yang lebih kuat dan memanfaatkan *Key Performance Indicators* (KPI).

Tujuan penggunaan *dashboard* menurut Eckerson yaitu:

1. Mengkomunikasikan Tujuan dan Strategi
Mengkomunikasikan tujuan dan strategi yang dibuat oleh bagian eksekutif kepada semua pihak yang mempunyai kepentingan, sesuai dengan tingkat dan perannya dalam organisasi tersebut.
2. Memonitor dan Menyesuaikan Pelaksanaan Strategi
Memonitoring pelaksanaan dari rencana dan strategis yang telah disusun pihak eksekutif untuk mengidentifikasi masalah secara kritis dan membuat strategi untuk mengatasi masalah tersebut.
3. Menyampaikan Wawasan dan Informasi ke Semua Pihak
Menyampaikan informasi kepada semua pihak dengan menggunakan grafik, simbol, bagan dan

warna yang memudahkan pengguna dalam memahami informasi secara benar sehingga dapat meningkatkan wawasan pembaca atau pengguna dalam melihat informasi tersebut [6].

Menurut Aanderud dan Homes, beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam membangun sebuah *dashboard*, yaitu:

1. Tentukan hal apa yang ingin diukur oleh pengguna.
2. Membuat *layout* dan membangun sebuah *prototype* yang mengacu kepada desain akhir.
3. Mengumpulkan data-data pendukung.
4. Membuat *final design* dari *dashboard*.
5. Perhatikan interaksi pengguna dengan *dashboard* untuk memastikan penerapannya [7].

Beberapa prinsip yang harus diperhatikan dalam membuat *dashboard*, yakni:

1. Menyediakan informasi berupa *Key Performance Indicator* (KPI) yang spesifik.
2. Mengintegrasikan beberapa informasi dalam *single screen*.
3. Bersifat interaktif dan informasi yang saling terintegrasi.
4. Dapat melakukan beberapa hal sekaligus, diantaranya: analisis, monitoring, dan prediksi.
5. Bersifat personal, yaitu bergantung kepada kebutuhan pengguna.
6. Memungkinkan kolaborasi dan komunikasi antar *section* [8].

Terdapat tiga jenis *dashboard*, yaitu:

1. *Tactical Dashboard*
Tactical dashboard bertujuan untuk mengukur produktivitas dan efektivitas dalam jangka pendek. Jenis *dashboard* ini sering digunakan oleh *contributor individu*.
2. *Operational Dashboard*
Operational dashboard bertujuan untuk mengukur fungsi bisnis yang spesifik, padat, atau tingkat unit bisnis dalam jangka pendek. Jenis *dashboard* ini dapat dikembangkan secara potensial untuk *knowledge worker* atau *local team manager*.
3. *Strategic Dashboard*
Strategic dashboard dibangun untuk tingkatan pengaturan kebijakan dari sebuah instansi atau organisasi. Jenis *dashboard* ini bertujuan untuk menampilkan metrik yang menggambarkan strategi dan tujuan organisasi [9].

Beberapa karakteristik dari *dashboard* yaitu [10]

1. *Synergetic*.
2. *Monitor*.
3. *Accurate*.
4. *Responsive*.
5. *Timely*.
6. *Interactive*.
7. *More data history*.
8. *Personalized*.

1.2. Key Performance Indicator (KPI)

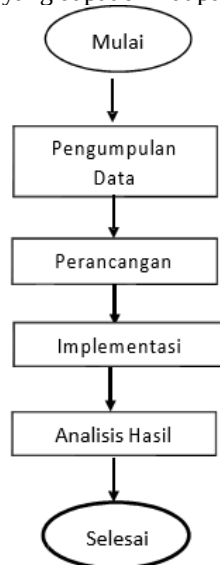
Key Performance Indicator (KPI) adalah metrik finansial maupun nonfinansial yang digunakan untuk membantu organisasi dalam menentukan dan mengukur kemajuan terhadap sasaran organisasi [1]. *Key Performance Indicator* (KPI) merupakan representasi dari sejumlah langkah-langkah pengukuran yang berfokus pada aspek-aspek organisasi kinerja yang paling penting untuk kesuksesan saat ini dan masa depan dari suatu organisasi. KPI umumnya berkaitan dengan strategi organisasi yang diterapkan oleh Teknik, seperti kartu skor berimbang BSC (*Balanced Score Card*). Kunci utama dalam mengidentifikasi KPI yaitu:

1. Memiliki proses bisnis yang telah ditetapkan sebelumnya.
2. Memiliki tujuan yang jelas dan persyaratan kinerja untuk seluruh proses bisnis.
3. Memiliki pengukuran kuantitatif dan kualitatif dari hasil kerja dengan saran yang ditetapkan.
4. Meneliti penyimpangan dan titik lemah proses untuk mencapai sasaran jangka pendek.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Umum Penelitian

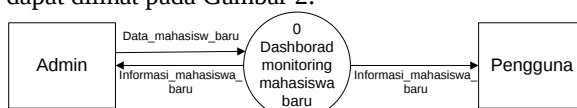
Beberapa tahapan yang dilakukan dalam merancang *dashboard* untuk monitoring penerimaan mahasiswa baru yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Umum Penelitian

2.2. DFD Level 0 / Diagram Konteks

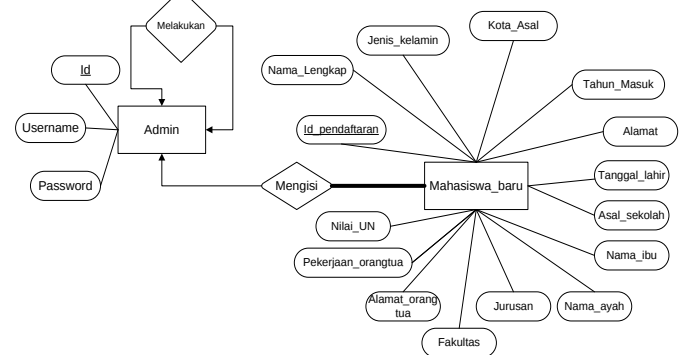
DFD level 0 / Diagram konteks dirancang untuk menjelaskan hubungan antara sistem dengan dunia luarnya. Perancangan dimulai secara global hingga ke model yang paling detail. DFD level 0 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 DFD Level 0

2.3. Entity Relational Diagram / ERD

Gambar 3 merupakan ERD dari perancangan *dashboard* dalam monitoring penerimaan mahasiswa baru.

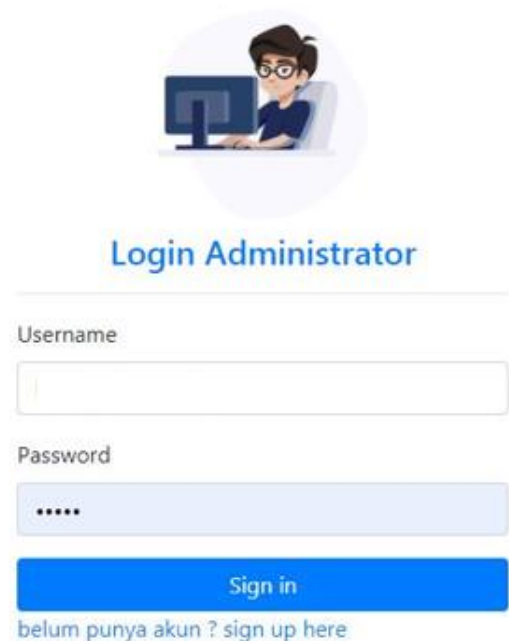


Gambar 3 ERD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tampilan Login

Gambar 4 merupakan tampilan halaman *login* yang digunakan oleh admin untuk memasukkan data-data mahasiswa baru.



Gambar 4 Tampilan Login

3.2. Tampilan Home Admin

Pada halaman *home* admin tampil data mahasiswa baru secara lengkap, selain itu admin juga bisa menambah, mengubah dan menghapus data mahasiswa baru. Tampilan *home* admin dapat dilihat pada Gambar 5.

No	Nama Lengkap	Jenis Kelamin	Tgl Lahir	Kota Asal	Asal Sekolah	Nama Ayah	Nama Ibu	Alamat Orangtua	Pekerjaan Orangtua	Fakultas	Jurusan	Tahun Masuk	Nilai UN
1	Agung	Laki-laki	04/04/2019	Medan	SMANegeri1	Andi	Tuti	Medan	PNS	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
2	Budi	Laki-laki	02/07/2019	Pekalongan	SMANegeri1	Tono	Wati	Pekalongan	Pegawai Swasta	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
3	Yusuf	Laki-laki	02/04/2019	Pekalongan	SMANegeri1	Benny	Yohana	Pekalongan	PNS	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
4	Siti	Perempuan	01/07/2019	Jember	SMANegeri1	Andi	Wati	Jember	Pegawai Swasta	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
5	Andi	Laki-laki	04/04/2019	Medan	SMANegeri1	Andi	Tuti	Medan	PNS	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
6	Andi	Laki-laki	02/07/2019	Pekalongan	SMANegeri1	Tono	Wati	Pekalongan	Pegawai Swasta	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
7	Yusuf	Laki-laki	02/04/2019	Pekalongan	SMANegeri1	Benny	Yohana	Pekalongan	PNS	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
8	Siti	Perempuan	01/07/2019	Jember	SMANegeri1	Andi	Wati	Jember	Pegawai Swasta	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
9	Andi	Laki-laki	04/04/2019	Medan	SMANegeri1	Andi	Tuti	Medan	PNS	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80
10	Andi	Laki-laki	02/07/2019	Pekalongan	SMANegeri1	Tono	Wati	Pekalongan	Pegawai Swasta	Sistem Informasi	Sistem Informasi	2019	80

Gambar 5 Tampilan Home Admin

3.3. Tampilan Daftar Mahasiswa Baru

Gambar 6 merupakan tampilan daftar mahasiswa baru, dimana hanya admin yang bisa memasukkan data mahasiswa baru.

Form Pendaftaran

Nama Lengkap:

Jenis Kelamin:

Tgl Lahir:

Alamat:

Kota Asal:

Asal Sekolah:

Nama Ayah:

Nama Ibu:

Alamat Orangtua:

Pekerjaan Orangtua:

Fakultas:

Jurusan:

Tahun Masuk:

Nilai UN:

Gambar 7 Tampilan Daftar Mahasiswa Baru

3.4. Tampilan Dashboard Berdasarkan Tahun Masuk Kuliah

Gambar 8 merupakan dashboard mahasiswa baru berdasarkan tahun masuk kuliah dari mahasiswa baru. Tampilan dashboard baik sebagai admin maupun pengguna lainnya sama.



Gambar 8 Tampilan Dashboard Berdasarkan Tahun Masuk Kuliah

3.5. Tampilan Dashboard Berdasarkan Fakultas

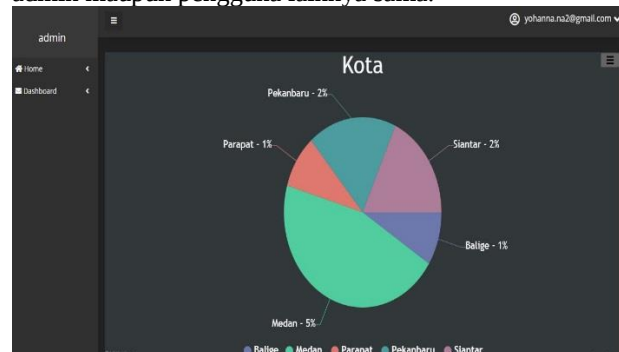
Gambar 9 merupakan dashboard mahasiswa baru berdasarkan fakultas yang diambil oleh mahasiswa baru dari tahun 2015-2019. Tampilan dashboard baik sebagai admin maupun pengguna lainnya sama.



Gambar 9 Tampilan Dashboard Berdasarkan Fakultas

3.6. Tampilan Dashboard Berdasarkan Kota Asal

Gambar 10 merupakan dashboard mahasiswa baru berdasarkan kota asal dari mahasiswa baru dari tahun 2015-2019. Tampilan dashboard baik sebagai admin maupun pengguna lainnya sama.



Gambar 10 Tampilan Dashboard Berdasarkan Kota Asal

3.7. KPI 1: Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Tahun Masuk Kuliah.

Tabel 1 merupakan kinerja pengukuran KPI berdasarkan Tahun Masuk Kuliah. Kolom "target"

merupakan target mahasiswa baru berdasarkan tahun masuk kuliah dari tahun 2015-2019. Kolom “realisasi” merupakan data jumlah mahasiswa baru. Kolom “rasio” merupakan persentasi realisasi mahasiswa baru yang mendaftar dibagi dengan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat. Dari tahun 2015-2019 jumlah target mahasiswa baru berdasarkan tahun masuk kuliah yaitu tahun 2015 sebesar 800 orang, tahun 2016 sebesar 870 orang, tahun 2017 sebesar 970, tahun 2018 sebesar 1.050 dan tahun 2019 sebesar 1.200 orang dengan total keseluruhan mahasiswa baru yang ditargetkan sebesar 4.890 orang.

Pada tahun 2015 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar sebesar 670 orang dengan rasio 84%. Pada tahun 2016 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar sebesar 754 orang dengan rasio 87%. Pada tahun 2017 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar sebesar 712 orang dengan rasio 73%. Pada tahun 2018 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar sebesar 854 orang dengan rasio 81%. Pada tahun 2019 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar sebesar 1.055 orang dengan rasio 88%. Dari keseluruhan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat berdasarkan tahun masuk kuliah dan realisasi jumlah mahasiswa baru yang mendaftar didapatkanlah rasio jumlah mahasiswa baru dari tahun 2015-2019 sebesar 83%.

Tabel 1 Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Tahun Masuk Kuliah

Tahun	Target	Realisasi	Rasio
2015	800	670	84%
2016	870	754	87%
2017	970	712	73%
2018	1050	854	81%
2019	1200	1055	88%
Total	4890	4045	83%

3.8. KPI 2: Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Fakultas.

Tabel 2 merupakan kinerja pengukuran KPI berdasarkan Fakultas. Kolom “target” merupakan target mahasiswa baru berdasarkan fakultas dari tahun 2015-2019. Kolom “realisasi” merupakan data jumlah mahasiswa baru. Kolom “rasio” merupakan persentasi realisasi mahasiswa baru yang mendaftar dibagi dengan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat. Dari tahun 2015-2019 jumlah target mahasiswa baru berdasarkan fakultas yaitu Fikom sebesar 1.160 orang, Sastra sebesar 410 orang, Pertanian sebesar 800 orang, Ekonomi sebesar 2.160 dan Kedokteran sebesar 360 orang dengan total keseluruhan mahasiswa baru yang ditargetkan sebesar 4.890 orang.

Dari tahun 2015-2019 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar berdasarkan fakultas yaitu Fikom sebesar 1.019 orang dengan rasio 88%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar di fakultas

Sastra sebesar 265 orang dengan rasio 65%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar di fakultas Pertanian sebesar 605 orang dengan rasio 76%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar di fakultas Ekonomi sebesar 1.894 dengan rasio 88% dan jumlah mahasiswa baru yang mendaftar di fakultas Kedokteran sebesar 262 orang dengan rasio 73%. Dari keseluruhan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat berdasarkan Fakultas dan realisasi jumlah mahasiswa baru yang mendaftar didapatkanlah rasio jumlah mahasiswa baru dari tahun 2015-2019 sebesar 83%.

Tabel 2 Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Fakultas

Fakultas	Target	Realisasi	Rasio
Fikom	1160	1019	88%
Sastra	410	265	65%
Pertanian	800	605	76%
Ekonomi	2160	1894	88%
Kedokteran	360	262	73%
Total	4890	4045	83%

3.9. KPI 1: Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Kota Asal.

Tabel 3 merupakan kinerja pengukuran KPI berdasarkan Kota Asal. Kolom “target” merupakan target mahasiswa baru berdasarkan jurusan dari tahun 2015-2019. Kolom “realisasi” merupakan data jumlah mahasiswa baru. Kolom “rasio” merupakan persentasi realisasi mahasiswa baru yang mendaftar dibagi dengan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat. Dari tahun 2015-2019 jumlah target mahasiswa baru berdasarkan kota asal yaitu Medan sebesar 1.160 orang, Parapat sebesar 940 orang, Siantar sebesar 970 orang, Balige sebesar 940 orang, dan Pekanbaru sebesar 880 orang dengan total keseluruhan mahasiswa baru yang ditargetkan sebesar 4.890 orang.

Dari tahun 2015-2019 jumlah mahasiswa baru yang mendaftar dari kota Medan sebesar 1.085 orang dengan rasio 94%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar dari kota Parapat sebesar 662 dengan rasio 89%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar dari kota Siantar sebesar 850 orang dengan rasio 88%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar dari kota Balige sebesar 678 orang dengan rasio 72%. Jumlah mahasiswa baru yang mendaftar dari kota Pekanbaru sebesar 770 orang dengan rasio 88%. Dari keseluruhan target yang ditetapkan oleh pihak Rektorat berdasarkan Kota Asal dan realisasi jumlah mahasiswa baru yang mendaftar didapatkanlah rasio jumlah mahasiswa baru dari tahun 2015-2019 sebesar 83%.

Tabel 3 Kinerja Pengukuran KPI Berdasarkan Kota Asal

Kota Asal	Target	Realisasi	Rasio
Medan	1160	1085	94%
Parapat	940	662	70%
Siantar	970	850	88%
Balige	940	678	72%
Pekanbaru	880	770	88%
Total	4890	4045	83%

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dibuat peneliti yaitu aplikasi *dashboard* monitoring penerimaan mahasiswa baru ini dapat membantu pihak rektorat, dekanat maupun pihak lain yang terlibat dalam penerimaan mahasiswa baru dalam memantau jumlah mahasiswa baru sehingga bila terjadi penurunan jumlah mahasiswa dapat dengan cepat diketahui dan diambil langkah apa yang harus dilakukan dalam mengatasi masalah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini sehingga penelitian ini berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Y. Muhamad, F.Ade, H. Uswatun, and A. Siti. 2012. *Dashboard Information System* Evaluasi Sistem Penerimaan Mahasiswa (Sinema) pada Perguruan Tinggi Raharja. Konferensi Nasional ICT-M Politeknik Telkom (KNIP), ISSN 2302-1896, pp. 276-280.
- N.B. I Gst Ngurah, W.I Gst Ngurah. 2017. Visualisasi *Dashboard* Penerimaan Mahasiswa Baru di STIKOM Bali. Konferensi Nasional Sistem dan Informatika, pp. 401-406.
- Parmenter, D. 2007. *Key Performance Indicator: Developing, Implementating, and Using Winnning KPI*, John Wiley and Sons Inc, New Jersey.
- A. Haryono. 2012. Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Data Pegawai Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 4 Pacitan. *J. Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, vol. 4, no. 3, pp. 1-9.
- D. Ridho. 2018. Pembangunan *Dashboard* Lokasi Rawan Tanah Longsor di Indonesia Menggunakan Tableau. 2018. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol 4, no 2, ISSN 2443-2229, pp. 254-267.
- M. Ropianto. 2017. Pemanfaatan Sistem *Dashboard* Pada Data Akademik Di Sekolah Tinggi Teknik (STT) Ibnu Sina Batam. *Jurnal Teknik Ibnu Sina JT-IBSI*, vol 2, no 2, pp. 67-71.
- A. D. Aipassa, I. Darmawan, and R. Andreswari. 2017. Pembuatan *Dashboard* Pada Sistem Informasi Pengadaan Barang dan Jasa dengan Metode *Extreme Programming* (Studi Kasus Logistik Universitas Telkom). *Eproceedings of Engineering*, paper 4.1, pp. 1005-1011.
- D. Nirmalasari, R. T. Wahyuni, and Y. Palapa. 2015. *Informational Dashboard* untuk Monitoring Sistem Drainase secara *Real-Time*. *JNTETI (Junal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 3.
- T. Imam. 2016. Perancangan Data Warehouse Untuk Mndukung Kebutuhan Informasi Penjualan dalam Pengambilan Keputusan (Studi kasus: Sesko Mart). Tugas Akhir Universitas Widyatama.
- M. Ropianto. 2017. Pemanfaatan Sistem *Dashboard* Pada Data Akademik Di Sekolah Tinggi Teknik (STT) Ibnu Sina Batam. *Jurnal Teknik Ibnu Sina JT-IBSI*, vol. 2, no. 2, pp. 67-71.

OKSIGEN TERLARUT DAN APPARENT OXYGEN UTILIZATION DI PERAIRAN WAIGEO BARAT, RAJA AMPAT

Simon I. Patty¹⁾, Putri Sapira Ibrahim²⁾, Fione Yukita Yalindua³⁾

^{1,2,3} Loka Konservasi Biota Laut, LIPI

e-mail: pattysimon@ymail.com¹⁾

ABSTRAK

Pengamatan kadar oksigen terlarut telah dilaksanakan di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, Papua Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oksigen terlarut dan *Apparent Oxygen Utilization* (AOU). Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan, 5 meter dan dekat dasar masing-masing berkisar antara 5.90-8.48 mg/l; 6.06-8.04 mg/l dan 6.12-7.98 mg/l. Berdasarkan nilai suhu dan salinitas yang diperoleh dari penelitian ini telah dihitung daya larut, derajat kejenuhan oksigen dan nilai AOU. Di lapisan permukaan nilai AOU berkisar antara (-0.01)-2.77 mg/l, di kedalaman 5 meter dan dekat dasar nilai AOU positif masing-masing berkisar antara 0.10-2.06 mg/l dan (0.16)-1.99 mg/l. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, belum menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan dan masih sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut.

Kata kunci: Oksigen terlarut, AOU, Salinitas, Waigeo Barat, Raja Ampat

ABSTRACT

Observations of dissolved oxygen levels have been carried out in the waters of West Waigeo, Raja Ampat, West Papua. This study aims to determine the condition of dissolved oxygen and Apparent Oxygen Utilization (AOU). The results of the analysis showed that the levels of dissolved oxygen in the surface layer, 5 meters and near the bottom of each ranged between 5.90-8.48 mg/l; 6.06-8.04 mg/l and 6.12-7.98 mg/l. Based on the temperature and salinity values obtained from this study, the solubility, degree of oxygen saturation and AOU values were calculated. At the surface layer the AOU values range between (-0.01) -2.77 mg/l, at a depth of 5 meters and near the base the positive AOU values range between 0.10-2.06 mg/l and (0, 16) -1.99 mg/l. The concentration of dissolved oxygen in the waters of West Waigeo, Raja Ampat, has not shown a negative impact on the aquatic environment and is still in line with sea water quality standards for marine biota.

Keywords: Dissolved oxygen, AOU, Salinity, West Waigeo, Raja Ampat.

1. PENDAHULUAN

Perairan Waigeo Barat, Raja Ampat merupakan salah satu perairan pantai dan estuari yang sangat penting di bidang perikanan. Ditinjau dari letak geografisnya, perairan Waigeo Barat karena berhadapan langsung dengan Samudera Pasifik yang memungkinkan terjadinya proses pencampuran massa air yang akan menguntungkan dalam pemanfaatan sumberdaya kelautan oleh masyarakat. Daerah ini sering digunakan nelayan setempat sebagai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*). Hal ini dapat dimengerti karena perairan tersebut kondisinya subur dan merupakan konsentrasi berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya dalam jumlah kelimpahan yang besar. Wilayah perairan ini tergolong memiliki ekosistem pesisir yang lengkap; dengan keanekaragaman hayati karang tertinggi di dunia, yang dihuni oleh berbagai biota seperti moluska, krustasea, ekinodermata, ikan serta jenis dan kondisi karangnya (Larsen *et. al*, 2011).

Sebagai perairan pantai, kondisinya sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya. Pola

aliran arus antar pulau yang dinamis, proses pencampuran massa air dan berbagai aktivitas; perikanan, pariwisata, pelabuhan dan transportasi laut serta sarana pendukung lainnya seperti dermaga yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan masuknya sampah maupun limbah ke laut. Limbah-limbah organik yang dibuang ke perairan, dalam proses degradasinya akan menurunkan kadar oksigen dalam air yang pada akhirnya menyebabkan terganggunya ekosistem perairan. Oksigen merupakan unsur kimia penting bagi kehidupan berbagai organisme di laut. Sumber utama oksigen dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan. Namun proses ini sangat tergantung dari sederetan faktor yang mempengaruhinya, seperti kecerahan air laut dan tingkat kesuburan atau kandungan kepadatan populasi fitoplankton dan flora laut lainnya. Kenaikan suhu, salinitas, pergerakan air permukaan dan tekanan atmosfer serta pencampuran massa air yang berbeda dapat pula mempengaruhi kelarutan oksigen terlarut,

terutama pada lapisan dalam atau dekat dasar (Alekin *dalam* Sapulete & Birowo, 1990).

Di laut, oksigen yang dimanfaatkan saat massa air berada di lapisan permukaan terutama untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme, dikenal dengan AOU (*Apparent Oxygen Utilization*). Dalam suatu perairan yang masih alami, nilai AOU umumnya positif. Namun untuk perairan yang banyak mengandung zat-zat organik, nilai AOU menjadi negatif yang berarti jumlah oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah oksigen yang tersedia (Simanjuntak, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oksigen terlarut dan *Apparent Oxygen Utilization*

(AOU) serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan Waigeo Barat, Raja Ampat, Papua Barat pada bulan Agustus-September 2019. Sampel air laut diambil dengan menggunakan tabung Nansen pada lapisan permukaan, 5 meter dan ≤ 10 meter (dekat dasar). Penentuan posisi masing-masing stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan Garmin handportable GPS Map 60 CSx, disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta stasiun penelitian

Pengukuran kadar oksigen terlarut, suhu dan salinitas dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan) dengan menggunakan alat EXO-2 “*water quality environmental data logger*”. Nilai kelarutan oksigen, derajat kejenuhan dan AOU (*Apparent Oxygen Utilization*) dihitung berdasarkan pendekatan empiris (Alekin *dalam* Sapulete & Birowo, 1990) dengan menggunakan data suhu air dan salinitas yang terukur:

$$O_2 \text{ (mg/l)} = 14.161 - 0.3943t + 0.00714t^2 - 0.0000646t^3 - S(0.0841 - 0.00256t + 0.0000374t^2)$$

Keterangan: t = suhu (°C), S = salinitas (‰).

Derajat kejenuhan oksigen dihitung dari perbandingan kadar oksigen terukur dengan nilai

kelarutannya dan dinyatakan dalam (%). Jumlah pemakaian dan produksi oksigen dapat diperkirakan dalam bentuk AOU yang merupakan selisih antara kadar oksigen terukur dengan nilai kelarutan oksigen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran oksigen terlarut yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan kadar oksigen terlarut di Perairan Waigeo Barat berkisar antara 5.90-8.48 mg/l. Kadar oksigen tertinggi ditemukan di stasiun 7 yaitu 7.90-8.04 mg/l dan terendah 5.90-6.27 mg/l ditemukan di stasiun 3. Rendahnya oksigen terlarut di stasiun 3 mungkin disebabkan pengaruh buangan zat-zat

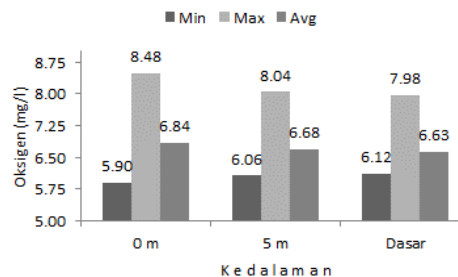
organik yang berasal dari daratan pulau Waigeo, terutama keberadaan sampah ataupun limbah organik di stasiun tersebut yang banyak membutuhkan oksigen untuk penguraiannya.

Kadar oksigen semakin rendah kadarnya seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik yang menggunakan oksigen terlarut.

Tabel 1. Kedalaman perairan, suhu, salinitas, oksigen terlarut, daya larut, kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja mpat, Agustus-September 2019.

No. Stasion	Kedalaman (m)		Suhu (°C)	Salinitas (mg/l)	Oksigen (mg/l)	Daya Larut (mg/l)	Kejenuhan (%)	AOU (mg/l)
	Laut	Sampling						
1	9.5	0	28.10	34.92	6.85	5.83	117.45	1.02
		5	26.78	34.93	6.35	6.00	105.72	0.34
		9.5	26.81	34.91	6.19	6.00	103.22	0.19
2	8	0	29.02	34.90	8.48	5.71	148.43	2.77
		5	28.33	34.92	7.57	5.80	130.46	1.77
		8	27.31	34.91	7.52	5.93	126.74	1.59
3	10	0	27.48	34.92	5.90	5.91	99.82	-0.01
		5	27.09	34.91	6.06	5.96	101.71	0.10
		10	27.20	34.92	6.27	5.95	105.39	0.32
4	9	0	27.50	34.84	6.81	5.91	115.23	0.90
		5	28.27	34.95	6.44	5.81	110.84	0.63
		9	27.47	34.96	6.58	5.91	111.28	0.67
5	9	0	27.31	34.89	6.25	5.93	105.32	0.32
		5	27.65	34.98	6.63	5.89	112.59	0.74
		9	27.78	34.95	6.27	5.87	106.87	0.40
6	9.5	0	27.78	35.03	6.95	5.87	118.53	1.09
		5	27.29	35.06	6.35	5.93	107.10	0.42
		9.5	27.26	34.99	6.40	5.94	107.82	0.46
7	8.5	0	28.07	34.91	7.90	5.83	135.38	2.06
		5	26.91	34.93	8.04	5.98	134.34	2.06
		8.5	26.92	34.92	7.98	5.98	133.28	1.99
8	6.5	0	27.03	34.47	6.03	5.99	100.75	0.05
		5	27.41	34.41	6.37	5.94	107.26	0.43
		6.5	27.41	34.41	6.37	5.94	107.26	0.43
9	7	0	27.75	33.49	6.38	5.94	107.44	0.44
		5	26.78	35.02	6.32	6.00	105.31	0.32
		7	27.13	34.78	6.12	5.96	102.65	0.16

Kadar oksigen terlarut akan menurun akibat proses pembusukkan bahan organik, respirasi, dan reaerasi terhambat (Klein *dalam* Andriani, 1999). Menurut Reid, 1961; Welch, 1980 *dalam* Simanjuntak (2007) kadar oksigen dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh meningkatnya bahan-bahan organik yang masuk ke perairan disamping faktor-faktor lainnya diantaranya kenaikan suhu, salinitas, respirasi, adanya lapisan di atas permukaan air, senyawa yang mudah teroksidasi dan tekanan atmosfer.



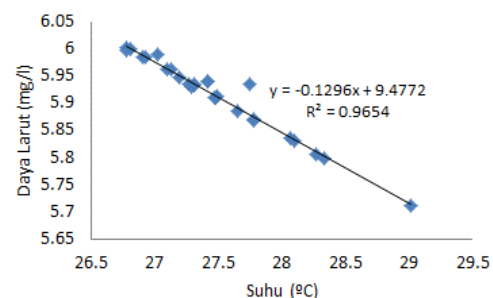
Gambar 2. Nilai minimum, maksimum dan rata-rata oksigen terlarut (mg/l) di perairan Waigeo Barat.

Dari hasil pengamatan terlihat rata-rata kadar oksigen lapisan permukaan nilainya lebih tinggi bila dibandingkan dengan dekat dasar (Gambar 2), hal ini disebabkan karena proses pelarutan oksigen yang berasal dari atmosfer terjadi pada lapisan permukaan. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis (Salmin, 2005). Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Penurunan kadar oksigen terlarut rata-rata yang tertinggi (0.16 mg/l) diperoleh pada lapisan permukaan sampai kedalaman 5 m dan terendah (0.05 mg/l) diperoleh pada kedalaman 5 meter sampai dekat dasar. Kondisi ini diduga disebabkan proses fotosintesis maupun difusi oksigen dari udara kedalam air sangat lambat akibat kekeruhan perairan dan kurangnya sinar matahari serta pemanfaatan oksigen terlarut oleh mikroorganisme optimum pada lapisan permukaan sampai dekat dasar. Pengaruh yang terbesar yang mempengaruhi fluktuasi oksigen terlarut dalam suatu perairan adalah banyaknya biota laut (plankton) yang menggunakan oksigen terlarut untuk respirasi, kurang lancarnya proses difusi dari atmosfer dan proses fotosintesis (Simanjuntak, 2007).

Kadar oksigen hasil pengamatan ini masih sesuai dengan kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan laut umumnya. Kadar oksigen terlarut di dalam massa air nilainya adalah relatif, biasanya berkisar antara 6-14 ppm (W.D. Connel dan G.J. Miller, 1995). Menurut Sutarnihardja (1987), kadar oksigen di perairan laut yang normal berkisar antara 5.7-8.5 mg/l. Secara umum kadar oksigen di Perairan Waigeo Barat sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu ≥ 5 mg/l (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, KLH, 2004) dan bila dibandingkan dengan kriteria kualitas air, termasuk pada kriteria tidak tercemar yaitu > 5 mg/l (Sutarnihardja, 1987). Rivai, 1983 mengatakan bahwa pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 mg/l dengan suhu air berkisar antara 20-30 °C relatif masih baik, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan (Swingle dalam Salmin, 2005). Menurut Da'i (1991), kadar oksigen di Teluk Nanwan, Taiwan dimana terumbu karang tumbuh dan berkembang dengan baik berkisar antara 4.27-7.14 ppm.

3.2. Kelarutan oksigen, Derajat kejenuhan dan AOU

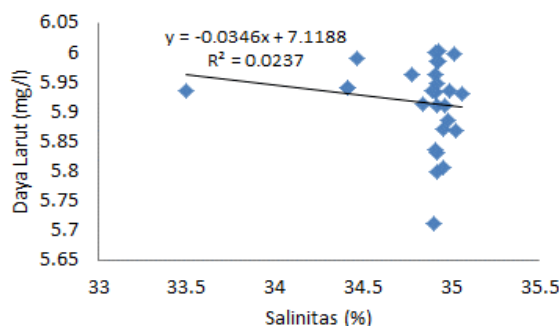
Proses kelarutan oksigen pada lapisan permukaan sangat tergantung pada suhu air dan salinitas, semakin tinggi suhu dan salinitas, maka daya larut akan menurun, selain itu kedalaman perairan secara implisit mempengaruhi nilai daya larut (Hamzah dan Trenggono, 2014). Daya larut oksigen dalam hubungannya dengan suhu dan salinitas telah diteliti oleh para pakar oseanografi sehingga beberapa pendekatan empiris telah dapat dipergunakan untuk menghitung daya larut oksigen dalam laut. Satu hal yang menarik dalam penelitian ini adalah ditemukan korelasi negatif antara daya larut oksigen dengan suhu, dimana keduanya mempunyai nilai korelasi 0.9654 (Gambar 3). Dari gambar tersebut terlihat semakin rendah suhu, maka nilai daya larut akan semakin tinggi, namun sebaliknya jika suhu tinggi, nilai daya larut akan rendah. Kondisi yang sama pula di jumpai di perairan Selat Lombok, dimana nilai suhu semakin rendah, maka nilai daya larut akan semakin tinggi atau sebaliknya (Hamzah dan Trenggono, 2014). Hal ini merupakan keadaan laut yang umumnya, dimana kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas (Odum, 1971). Pada Gambar 4, terlihat bahwa hubungan antara daya larut oksigen dengan salinitas tidak begitu jelas atau sangat lemah, nilai korelasi hanya 0.0237. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tingkat kelarutan oksigen di perairan ini sangat berhubungan erat dengan nilai suhu air dibandingkan dengan nilai salinitas.



Gambar 3. Nilai kelarutan oksigen terhadap suhu air laut

Hasil perhitungan daya larut berdasarkan pendekatan empiris Alekin memberikan gambaran mengenai tingkat kejenuhan. Tingkat kejenuhan tertinggi lapisan permukaan 148.43 % ditemukan di stasiun 2 dan terendah ditemukan di stasiun 3 yaitu 99.82 %. Nilai kejenuhan yang tinggi di perairan ini umumnya diperoleh pada stasiun di lepas pantai. Rata-rata tingkat kejenuhan oksigen terlarut permukaan sampai kedalaman dekat dasar di atas 100 %, mengindikasikan bahwa proses fotosintesis yang berjalan cukup lancar. Proses fotosintesis yang

berjalan lancar akan menghasilkan oksigen yang banyak sehingga tingkat kesuburan perairan



Gambar 4. Nilai kelarutan oksigen terhadap salinitas

bertambah (Wyrski, 1961).

Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme dinyatakan dalam AOU. Tabel 2 menampilkan daya larut, tingkat kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, selama bulan Agustus-September 2019.

Tabel 2. Daya larut, tingkat kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat

Lapisan	Daya Larut (mg/l)			Kejenuhan (%)			AOU (mg/l)		
	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata
Permukaan	5.71	5.99	5.88	99.82	148.43	116.48	0.01	2.77	0.96
Tengah (5 m)	5.80	6.00	5.92	101.71	134.34	112.82	0.10	2.06	0.76
Dekat Dasar	5.87	6.00	5.94	102.65	133.28	111.61	0.16	1.99	0.69

Secara keseluruhan nilai AOU di lapisan permukaan, 5 meter dan dekat dasar masing-masing berkisar antara (-0.01)-2.77 mg/l; 0.10-2.06 mg/l dan (0.16)-1.99 mg/l (Tabel 2). Hal yang menarik ditemukan hanya satu stasiun di lapisan permukaan yang mempunyai nilai AOU negatif yaitu pada stasiun 3 (-0.01). Nilai AOU di lapisan permukaan kadang menunjukan nilai yang negatif dan menandakan oksigen yang dibutuhkan lebih banyak daripada oksigen yang tersedia. Nilai AOU negatif pada stasiun tersebut menggambarkan banyaknya kadar oksigen dikonsumsi oleh biota yang hidup di lapisan permukaan karena proses metabolisme berlangsung cukup aktif. Sedangkan stasiun yang lainnya nilai AOU positif pada lapisan permukaan, 5 meter sampai dekat dasar. Nilai AOU yang positif pada penelitian ini disebabkan proses fotosintesis berjalan cukup lancar dibandingkan dengan proses respirasi yang membutuhkan oksigen. Dari hasil perhitungan nilai AOU menunjukkan bahwa pada umumnya nilai AOU positif di lapisan permukaan menggambarkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia di perairan ini.

4. KESIMPULAN

Kadar oksigen terlarut tertinggi ditemukan pada lapisan permukaan dan nilainya menurun dengan bertambahnya kedalaman. Penurunan kadar oksigen tertinggi (0.16 mg/l) diperoleh pada lapisan permukaan sampai kedalaman 5 m. Nilai AOU

negatif yang terjadi pada lapisan permukaan menunjukkan proses metabolisme berlangsung cukup aktif. Nilai rata-rata AOU per kedalaman semuanya positif (100 %), hal ini menggambarkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia. Dari nilai AOU yang diperoleh menunjukkan kondisi kadar oksigen terlarut di perairan Waigeo Barat masih baik untuk kehidupan biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, E. D. (1999). Kondisi Fisika-Kimiawi Air Perairan Pantai Sekitar Tambak Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Connel, W.D. dan G. J. Miller. (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan, Penerbit Universitas Indonesia: 520.
- Dai, C.F. (1991). Reef Environment and Coral Fauna of Southern Taiwan. *Atoll Resources Bulletin*, 354:1.
- Hamzah, F. dan Trenggono, M. (2014). Oksigen terlarut di Selat Lombok. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(1), 21-35.
- Larsen, S.N., Leisher, C., Mangubhai, S., Muljadi, A., Tapilau, R. (2011). *Laporan Penilaian Desa Pesisir di Kabupaten Raja Ampat Papua Barat Indonesia*. The Nature Conservancy 3/11. Bali.

- Menteri Negara KLH. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta, hal. 32.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia: 125 pp.
- Reid, G.K. (1961). *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. Reynold Publishing Co., New York.
- Riva'i, R.S. dan Pertagunawan, K. (1983). *Biologi Perikanan I*. Penerbit CV. Kayago, Jakarta, 143 hal.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, XXX(3), 21 - 26.
- Sapulete, D dan S. Birowo. (1989). Kandungan oksigen di Teluk Ambon. *Dalam: "Perairan Maluku dan sekitarnya"*. (D. P. Praseno, W. S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno dan B. S. Sudibjo, eds). Balitbang Sumberdaya Laut P3O-LIPI, Ambon : 199 – 204.
- Simanjuntak, M. (2007). Oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jour. Mar. Sci. Ilmu Kelautan*. Univ. Diponegoro 12(2),59-66
- 8Sutamiharja, R.T.M. (1987). Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor: 92 hal.
- Wyrski, K. (1961). Physical oceanography of the Southeast Asian Waters. *Naga Report 2*, University of California: 1-195.

ANALISIS SIFAT MEKANIS PERBANDINGAN CAMPURAN KOMPOSIT SERBUK Gergaji KAYU JATI DENGAN Matrik EPOXY UNTUK MATERIAL KAMPAS REM Cakram

Saiful Arif¹⁾, Dani Irawan²⁾, Muhamad Jainudin³⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang (PSDKU) Kediri

³ Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri

Email: saifularif.ppm@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Serbuk gergaji merupakan jenis serat alam dalam bentuk partikel. Massa jenis serat alam sekitar 1,3 – 1,4 gr/cm³. Dengan demikian, massa jenis serbuk gergaji pun hampir sama dengan massa jenis serat. Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang lebih ramah lingkungan. Sebelum digunakan sebagai filler atau penguat, serbuk gergaji kayu jati perlu dilakukan pengarangan terlebih dahulu, karena arang tidak dapat terurai dan aman dari hewan pemakan kayu. Beberapa uraian tersebut menunjukkan bahwa limbah serbuk kayu jati yang tersedia dalam jumlah banyak perlu untuk dimanfaatkan lebih baik lagi daripada hanya sekedar untuk dijadikan kayu bakar. Salah satunya adalah untuk dikembangkan menjadi bahan komposit untuk kampas rem cakram. Tujuan khusus dari ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis dari komposit kayu jati dengan matriks epoxy sebagai bahan dasar kampas rem cakram sepeda motor. Analisis pengaruh perbedaan varian akan diteliti lebih lanjut untuk menguji komposisi komposit manakah yang paling mendekati atau bahkan lebih unggul dari kampas rem cakram yang beredar di pasaran saat ini. Variabel yang akan digunakan adalah uji kekuatan tarik dan uji kekerasan. Tahapan metode penelitian ini adalah (1) Studi literatur, (2) Pembuatan material komposit dengan matriks adalah epoxy dan variasi persentase kandungan matriks dalam komposit adalah 30%, 35%, 40%, 45%, (3) Uji sifat mekanis material komposit yang meliputi uji kekuatan tarik, dan uji kekerasan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi perbandingan komposisi komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati dengan matriks epoxy untuk material kampas rem cakram berpengaruh pada sifat mekanis kampas rem cakram tersebut. Nilai kekerasan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya persentase resin yang diberikan pada komposit. Sedangkan nilai *max strength* tertinggi dihasilkan oleh komposit dengan bahan dasar serbuk gergaji kayu jati sebanyak 60% dan epoxy sebanyak 40%.

Kata kunci: Kampas rem cakram, serbuk gergaji kayu jati, komposit, epoxy

ABSTRACT

Sawdust is a type of natural fiber in the form of particles. The density of natural fibers is around 1.3 - 1.4 gr / cm³. Thus, the density of sawdust is almost the same as the density of fibers. These natural materials have the potential to be engineered into more environmentally friendly technology products. Before it is used as a filler or reinforcement, teak sawdust needs to be charred first, because charcoal cannot be decomposed and is safe from wood-eating animals. Some of these descriptions show that the available teak wood waste in large quantities needs to be utilized even better than just to be used as firewood. One of them is to be developed into a composite material for disc brakes. The specific purpose of this is to determine the mechanical properties of teak wood composites with the epoxy matrix as the basic material for motorcycle disc brakes. Analysis of the effect of variance differences will be further investigated to test the composition of composites, which are the closest or even superior to disc brakes on the market today. The variables to be used are the tensile strength test and the hardness test. The stages of this research method are (1) Literature study, (2) The making of composite materials with matrix is epoxy, and the variation of the percentage of matrix content in composites is 30%, 35%, 40%, 45%, (3) Test the mechanical properties of composite materials including tensile strength test, and hardness test. The results of this study indicate that variations in the composition of composites made from teak sawdust with epoxy matrices for disc brake pads have an effect on the mechanical properties of the disc brake pads. The hardness value increases with the increasing percentage of resin given to the composite, whereas the highest max strength value was produced by composites with teak sawdust as much as 60% and epoxy as much as 40%.

Keywords: Disc brake linings, teak sawdust, composites, epoxy.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan material komposit dalam bidang industri bukan lagi hal yang baru. Sifatnya yang dapat digunakan sesuai kebutuhan dan

proses manufaktur yang relatif mudah, membuat material komposit menjadi material yang sering digunakan pada industri saat ini. Densitas dari bahan komposit juga sangat kecil sehingga beratnya

menjadi lebih ringan dibandingkan dengan logam, tetapi sifat mekanis dari bahan komposit dapat menyamai atau terkadang melebihi material logam. Bahan komposit memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan karena banyak bahan baku komposit yang berasal dari alam. Selain itu, limbah yang dihasilkan dari proses manufaktur komposit juga sedikit.

Serbuk gergaji merupakan jenis serat alam dalam bentuk partikel. Massa jenis serat alam sekitar 1,3 – 1,4 gr/cm³. Dengan demikian, massa jenis serbuk gergaji pun hampir sama dengan massa jenis serat [1]. Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang lebih ramah lingkungan. Sebelum digunakan sebagai filler atau penguat, serbuk gergaji kayu jati perlu dilakukan pengarangan terlebih dahulu, karena arang tidak dapat terurai dan aman dari hewan pemakan kayu [2]. Beberapa uraian tersebut menunjukkan bahwa limbah serbuk kayu jati yang tersedia dalam jumlah banyak perlu untuk dimanfaatkan lebih baik lagi. Salah satunya adalah untuk dikembangkan menjadi bahan komposit untuk kampas rem cakram

Dilain pihak, seiring meningkatnya permintaan kayu jati untuk furniture atau bahan bangunan, meninggalkan limbah kayu jati yang banyak. Salah satunya limbah berupa serbuk gergaji. Serbuk gergaji tersebut selama ini tidak dimanfaatkan dengan maksimal dan biasanya hanya dipakai sebagai kayu bakar atau dibiarkan begitu saja menjadi limbah yang tidak berguna dan mencemari lingkungan. Komposisi limbah kayu adalah sebagai berikut [3].

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat, mencapai 66,16%
2. Pada industri penggergajian limbah kayu meliputi serbuk gergaji 10,6%. Sebetan 25,9% potongan 14,3%, dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan
3. Limbah pada industri kayu lapis meliputi limbah potongan 5,6%, serbuk gergaji 0,7%, sampah vinir basah 24,8%, sampah vinir kering 12,6% sisa kupasan 11,0% dan potongan tepi kayu lapis 6,3%. Total limbah kayu lapis ini sebesar 61,0% dari jumlah bahan baku yang digunakan.

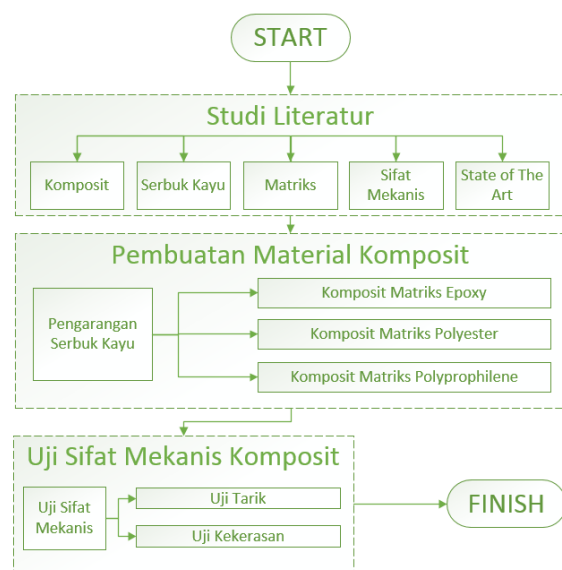
Material komposit merupakan material yang terbuat dari minimal dua bahan yang selalu terpisah dan berbeda dalam level makroskopik meskipun sudah menjadi komponen tunggal yang baru. Komposit terdiri dari bahan utama (matriks) dan penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks (Pratama, 2011). Kebutuhan kampas rem yang tinggi di pasaran berafiliasi dengan meningkatnya kebutuhan bahan komposit kampasrem. Bahan komposit kampas rem yang digunakan di industri selama ini merupakan bahan-bahan kimia yang dalam takaran berlebihan

akan berbahaya bagi lingkungan, seperti asbes (Singh dan Patnaik, 2015). Pemanfaatan bahan alternatif sangat dianjurkan mengingat keterbatasan sumber daya yang ada di alam (Telang, 2010)

Kampas rem merupakan bagian dari kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat laju kendaraan. Penggunaan asbes pada kampas rem memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia yaitu dapat menyebabkan luka gores pada paru-paru, kanker paru-paru, dan kanker saluran pernapasan. Selain itu campuran logam berat yang digunakan juga menimbulkan pencemaran lingkungan (Dwiyati dkk, 2017).

2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperdalam konsep serta kajian ilmiah terhadap penelitian-penelitian terdahulu. Studi literatur ini akan fokus memperdalam masalah komposit, limbah serbuk kayu, matriks dan sifat mekanis.

Komposit partikel disusun dari bahan utama partikel-partikel komposit (particulate composite). Bahan ini digunakan sebagai pengisi dan penguat komposit. Komposit partikel umumnya lebih lemah jika dibandingkan dengan komposit serat. Komposit partikel mempunyai keunggulan terhadap keausan, *fatigue*, dan mempunyai daya ikat dengan matrik yang baik.

2.2. Pembuatan Material Komposit

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan material komposit. Material komposit akan dibuat dengan menggunakan bahan utama serbuk gergaji kayu jati. Serbuk gergaji kayu jati yang sudah dikumpulkan kemudian diayak sehingga besar

partikel relatif sama dan diarangkan. Peralatan yang digunakan adalah tungku pembakaran untuk proses pengarangan, saringan untuk menyaring arang, cetakan, dan alat press untuk mencetak specimen.

Langkah awal dalam pembuatan specimen ini adalah dengan mengumpulkan serbuk gergaji kayu jati kemudian dijemur sampai kering. Kemudian serbuk gergaji disaring dengan mesh 40 sebelum dilakukan pengarangan. Setelah diarangkan, serbuk gergaji tersebut saring kembali dengan ukuran mesh yang sama.

Kemudian abu serbuk gergaji yang telah diarangkan dicampur dengan matriks Epoxy dengan perbandingan sesuai tabel berikut.

Tabel 1. Pembuatan Material

Komposisi Komposit		Label Sampel			
Serbuk Gergaji Kayu Jati (%)	Epoxy (%)	1	2	3	Rata-rata
70	30	A1	A2	A3	A
65	35	B1	B2	B3	B
60	40	C1	C2	C3	C
55	45	D1	D2	D3	D

Keterangan:

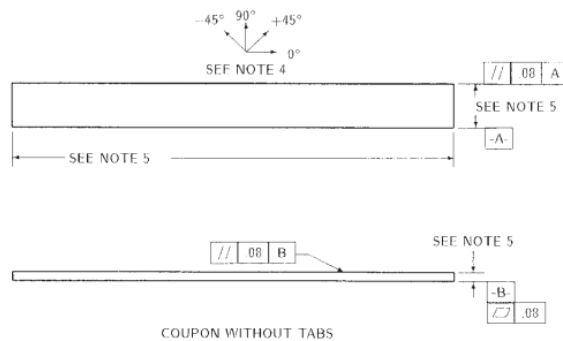
1. Material A merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 70:30 %.
2. Material B merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 65:35 %.
3. Material C merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 60:40 %.
4. Material D merupakan komposit yang dibuat dengan serat serbuk gergaji kayu jati yang sudah diarangkan dan matriks epoxy dengan perbandingan antara serat dan matriks adalah 55:45 %.

Setelah serbuk gergaji dan resin tercampur secara merata sesuai perbandingan yang telah dibuat, sampel dicetak dengan tujuan memadatkan bahan komposit.

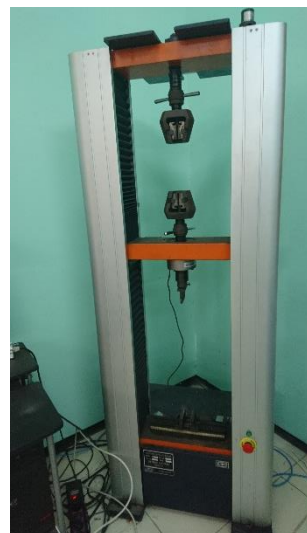
2.3. Uji Sifat Mekanis Material Komposit

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik sampel. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji tarik dan uji kekerasan. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode cetak tekan hidrolik. Bentuk dan geometri benda uji tarik

mengacu pada standar ASTM D 3039. Pembentukan benda uji tarik dan uji kekerasan dilakukan secara manual dengan memotong komposit menggunakan gerinda tangan. Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik WDW-20 E. Sedangkan untuk uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan Rockwell dengan model TH550.



Gambar 2. Gambar specimen uji tarik tanpa lekukan



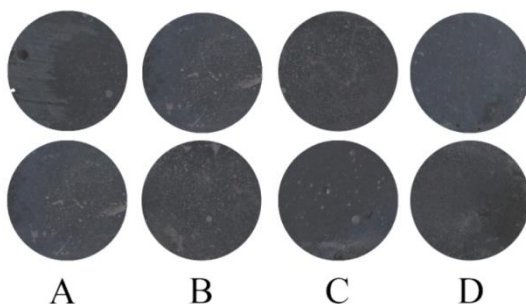
Gambar 3. Alat uji tarik WDW-20 E



Gambar 4.Alat uji kekerasan Rockwell TH550

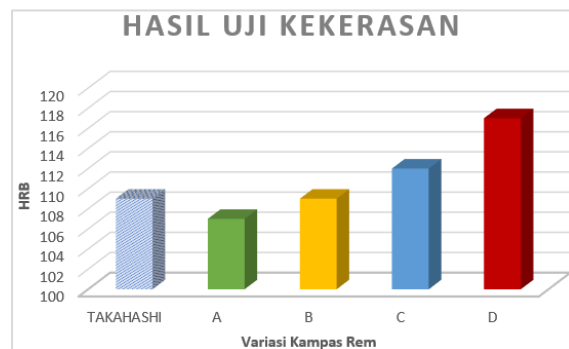
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah empat sampel dengan tiga macam replikasi pada setiap sampel sesuai penjabaran pada Tabel 1. Contoh spesimen uji tarik dan uji kekerasan disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Tujuan dilakukan replikasi dan pengulangan pengujian pada titik yang berbeda untuk uji kekerasan adalah agar didapatkan hasil yang mendekati kebenarannya. Pada uji kekerasan, setiap replikasi diuji sebanyak tiga kali dan diambil rata-rata sehingga akan didapatkan hasil akhir rata-rata dari setiap pengujian sebagaimana dijabarkan pada Gambar 7 dan Gambar 8, sedangkan untuk uji tarik hanya dilakukan pengujian sebanyak satu kali pada setiap replikasi, karena spesimen akan langsung patah pada setiap pengujian.

**Gambar 3.** Contoh spesimen uji tarik**Gambar 4.** Contoh spesimen uji kekerasan

Setiap sampel memiliki tekstur permukaan yang berbeda. Hal ini dikarenakan dari perbedaan perbandingan komposisi material komposit yang dipakai. Pada sampel A memiliki tekstur lebih kasar dikarenakan porsi serbuk gergaji kayu jati lebih banyak dibandingkan spesimen lainnya, begitu juga

sebaliknya. Sampel D memiliki tekstur lebih halus dikarenakan porsi serbuk gergaji kayu jati yang dipakai paling sedikit dibandingkan dengan sampel lain.

**Gambar 7.**Hasil uji kekerasan Rockwell

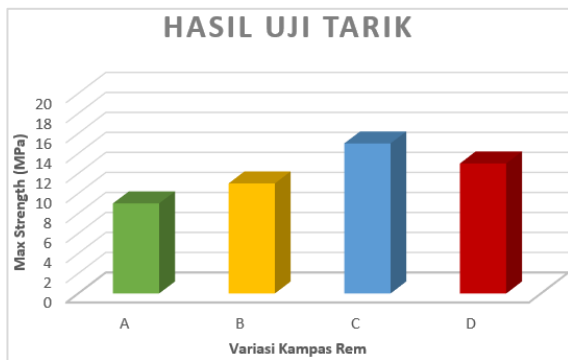
Berdasarkan pemaparan pada Gambar 7, hasil pengujian kekerasan Rockwell dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Sampel A memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih rendah (106 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
2. Sampel B memiliki tingkat kekerasan Rockwell yang sama (108 HRB) dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
3. Sampel C memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih tinggi (111 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
4. Sampel D memiliki tingkat kekerasan Rockwell lebih tinggi (116 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB).
5. Sampel D memiliki tingkat kekerasan Rockwell paling tinggi (116 HRB) dibandingkan dengan kekerasan Rockwell sampel salah satu kampas rem cakram yang beredar di pasaran dengan merk TAKAHASHI (108 HRB), sampel A (106 HRB), sampel B (108 HRB), dan sampel C (111 HRB).

Berdasarkan Tabel 1, sampel D mempunyai persentase resin paling tinggi dibandingkan dengan sampel A, B, dan C. Hal ini membuka hipotesis bahwa dalam penelitian kali ini, semakin tinggi persentase resin dapat berpengaruh pada nilai kekerasan permukaan komposit. Hal ini dikarenakan partikel-partikel menjadi lebih rapat karena celah-celah antar partikel serbuk gergaji kayu jati dipenuhi dengan resin sehingga kekerasan komposit tersebut meningkat mengikuti kekerasan dari resin tersebut.

Nilai kekerasan yang sangat tinggi atau sangat rendah tidak mempengaruhi kualitas kampas rem yang sesuai dengan fungsinya. Akan tetapi masih harus dibuktikan dengan uji mekanis lain yang karakteristiknya dibutuhkan oleh kampas rem untuk agar dapat mengurangi kecepatan laju roda. Pada pebelitian kali ini, untuk sifat mekanis material kampas rem yang sesuai dengan yang beredar di pasaran (merk TAKAHASHI) adalah spesimen B, di mana nilai uji kekerasan Rockwellnya adalah 108 HRB.

Pengujian kedua yang dilakukan adalah uji tarik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal dari spesimen komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati bermatrik epoxy ini. Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 3039. Hasil uji tarik dijabarkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Hasil uji kekerasan Rockwell

Berdasarkan pemaparan pada Gambar 8, hasil uji tarik menunjukkan nilai *Max Strength* (MPa) dari masing-masing sampel yang telah diuji dijabarkan sebagai berikut.

1. Sampel A memiliki nilai *Max Strength* paling rendah (10 MPa) dibandingkan nilai *Max Strength* sampel B, C, dan D.
2. Sampel C memiliki nilai *Max Strength* paling tinggi (16 MPa) dibandingkan nilai *Max Strength* sampel B, C, dan D.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Variasi perbandingan komposisi komposit berbahan dasar serbuk gergaji kayu jati dengan matriks epoxy untuk material kampas rem cakram berpengaruh pada sifat mekanis kampas rem cakram tersebut. Nilai kekerasan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya persentase resin yang diberikan pada komposit. Sedangkan nilai *max strength* tertinggi dihasilkan oleh komposit dengan bahan dasar serbuk gergaji kayu jati sebanyak 60% dan epoxy sebanyak 40%.

Pada penelitian kali ini disimpulkan bahwa spesimen B yang mempunyai nilai kekerasan sama

dengan nilai kekerasan kampas rem cakram yang beredar di pasaran merupakan spesimen yang laik untuk diteliti lebih lanjut agar dapat ditemukan alternatif material lain sebagai bahan baku kampas rem cakram yang ramah lingkungan dan berdaya ekonomi dan lingkungan yang tinggi karena didapatkan dari material sampah. Selain spesimen B, penulis juga menyimpulkan bahwa spesimen C juga laik untuk dilanjutkan penelitian lebih lanjut, karena memiliki nilai *max strength* yang paling tinggi.

4.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meneliti spesimen B dan C agar didapatkan komposisi kampas rem berbasis komposisi limbah serbuk gergaji kayu jati dengan resin epoxy yang ramah lingkungan agar dapat diketahui sifat mekanis lainnya yang sesuai dengan karakteristik kampas rem cakram yang beredar di pasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih tim ucapkan kepada Politeknik Kediri (sekarang Politeknik Negeri Malang (PSDKU) Kediri selaku institusi tim pelaksana, RISTIK DIKTI dan DRPM atas kesempatannya mempercayakan hibah kompetitif nasional ini kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiyati, S.T., Kholil, A., Widyarma, F. "Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu". Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit II. Yogyakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2017
- Mueller D. H. dan Krobjilowski A, 2003. "New Discovery in The Properties of Composites Reinforced With Natural Fiber", Jurnal of Industrial Textiles, Vol. 33, No. 2-October 2003, pp. 111-130.
- Pratama, "Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat FlyAsh Batubara". Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin, Makassar. 2011.
- Puja, I. G. K., 2011. "Studi Kekuatan Tarik dan Koefisien Gesek Bahan Komposit Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Matrik Epoxy". MEKANIKA, Volume 9 Nomor 2-Maret 2011, pp 320-323
- Purwanto D, Samet, Mahfuz, dan Sakiman, 1994. "Pemanfaatan Limbah Industri Kayu lapis untuk Papan Partikel Buatan secara Laminasi", DIP Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian, Banjar Baru.
- Singh, T., A. Patnaik. "Assessment of Braking Performance of Lapinus-Wollastonite Fibre

Reinforced Friction Composite Materials”.
Journal of King Saud
University Engineering Sciences, Vol.
29(1): 183-190. 2015.

Telang, A. K., Rehman A., Dixit G., Das S. “Alternate
Materials in Automobile Brake Disc
Applications With Emphasis on Al-
Composites”. Journal of Engineering
Research and Studies, Vol. 1(1):35-46.
2010.

PENINGKATAN MUTU IKAN ROA (*Hemiramphus* sp.) ASAP DENGAN *RESPONSE SURFACE METHOD-CENTRAL COMPOSITE DESIGN (RSM-CCD)*

Ingka Rizkyani Akolo¹⁾, Rosdiani Azis²⁾

^{1,2} Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Gorontalo

Email: inkarizkyani05@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Ikan roa asap merupakan salah satu ikan asap yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Gorontalo. Ikan ini diolah dengan cara tradisional dengan menggunakan bahan bakar kayu/batok kelapa. Salah satu metode pengasapan modern yang sedang berkembang saat ini adalah metode asap cair. Asap cair digunakan untuk pengawetan karena kandungan senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai antioksidan dan antimikrobia. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu ikan asap dengan metode asap cair adalah konsentrasi asap cair yang digunakan dan lama perendaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi asap cair dan lama perendaman terbaik yang mampu mengoptimalkan mutu ikan roa asap dari aspek kadar air dan kadar abu. Penelitian ini menggunakan rancangan *Response Surface Method-Central Composite Design (RSM-CCD)* dengan 2 faktor. Faktor perlakuan pada penelitian ini yakni variasi konsentrasi asap cair dan lama perendaman. Variasi konsentrasi asap cair (A) terdiri atas 5 taraf yakni 2,38%, 3%, 4,5%, 6% dan 6,62% sedangkan variasi lama perendaman (B) terdiri atas 5 taraf yakni 48 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 132 menit. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi asap cair berpengaruh signifikan terhadap kadar abu ikan roa asap, dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap kadar air dan kadar abu ikan roa asap. Kadar air optimal akan diperoleh pada konsentrasi asap cair 4,52% dan lama perendaman 48 menit, sedangkan kadar abu optimal ikan roa asap akan diperoleh pada konsentrasi asap cair 6,62% dan lama perendaman 48 menit.

Kata kunci: asap cair, ikan roa asap, konsentrasi asap, lama perendaman, *RSM-CCD*

ABSTRACT

Smoked roa fish is one of the smoked fish that is consumed by many Gorontalo people. This fish is processed in the traditional way using wood fuel / coconut shells. One of the modern methods of smoking that is currently developing is the liquid smoke method. Liquid smoke is used for preservation because of the content of phenol and acid compounds which act as antioxidants and antimicrobials. Factors that influence the quality of smoked fish with the liquid smoke method are the concentration of liquid smoke used and the duration of immersion. The purpose of this study was to determine the best concentration of liquid smoke and soaking time that was able to optimize the quality of smoked roa fish in terms of water content and ash content. This study uses a Response Surface Method-Central Composite Design (RSM-CCD) design with 2 factors. The treatment factors in this study were variations in liquid smoke concentration and soaking time. The variation of liquid smoke concentration (A) consists of 5 levels namely 2.38%, 3%, 4.5%, 6% and 6.62% while the variation of soaking time (B) consists of 5 levels ie 48 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes and 132 minutes. The results showed that the concentration of liquid smoke significantly affected the ash content of the smoked roa fish, and the soaking time had a significant effect on the water content and the ash content of the smoked roa fish. Optimal water content will be obtained at a liquid smoke concentration of 4.52% and an immersion time of 48 minutes, while the optimal ash content of smoked roa fish will be obtained at a liquid smoke concentration of 6.62% and a soaking time of 48 minutes.

Keywords: liquid smoke, roa fish smoke, smoke concentration, soaking time, *RSM-CCD*

1. PENDAHULUAN

Ikan roa asap merupakan salah satu ikan asap yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Gorontalo. Ikan ini diolah dengan cara tradisional dengan menggunakan bahan bakar kayu/batok kelapa. Cara pengasapan seperti ini sudah dilakukan secara turun temurun di Gorontalo dan Sulawesi Utara (Patty, dkk 2015). Pengasapan dengan cara tradisional ternyata memberikan dampak negatif terhadap lingkungan

khususnya adanya kandungan senyawa karsinogenik yang berdampak buruk terhadap kesehatan (Swastawati dkk, 2013).

Salah satu metode pengasapan modern yang telah dikembangkan beberapa tahun terakhir adalah pengasapan dengan metode asap cair. Metode asap cair mampu menghasilkan produk yang seragam, rasa yang ditimbulkan dapat dikontrol, memberikan cita

rasa yang konsisten, serta mengurangi polusi udara (Swastawati dkk, 2014).

Pengasapan dengan asap cair sudah banyak digunakan untuk memperbaiki mutu produk ikan asap. Menurut Katiandagho dkk (2017), ikan kayu yang direndam dengan berbagai konsentrasi asap cair memberikan hasil yang berbeda nyata dengan metode konvensional. Selain itu diketahui juga bahwa lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap nilai kadar air dan pH dari ikan kayu asap. Hal ini didukung juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Swastawati dkk (2014) yang menyatakan bahwa pengasapan dengan variasi konsentrasi *liquid smoke* tempurung kelapa yang berbeda dapat mempengaruhi kualitas fisik, kimia dan organoleptik ikan asap.

Untuk mengoptimalkan mutu ikan roa asap peneliti menggunakan metode pengasapan asap cair dengan memvariasikan faktor konsentrasi asap cair dan lama perendaman ikan. Optimasi mutu produk ikan roa asap dilakukan menggunakan *Response Surface Method-Central Composite Design* (RSM-CCD) dengan bantuan Software Minitab. RSM-CCD merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistika untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan tujuannya adalah mengoptimalkan respon (Erbay dan Icier, 2009). Metode ini dapat mengoptimalkan proses tanpa melibatkan banyak data percobaan sehingga mampu mengefisienkan biaya percobaan (Nuryanti dan Djati, 2008).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Julung-Julung/Roa (*Hemiraphus sp.*) Asap

Ikan asap merupakan salah satu produk olahan yang digemari konsumen baik di Indonesia maupun di mancanegara, karena rasanya yang khas dan aromanya yang sedap. Proses pengasapan ikan di Indonesia pada mulanya masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan yang sederhana serta kurang memperhatikan aspek sanitasi dan higienis sehingga dapat memberikan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Kelemahan yang ditimbulkan oleh pengasapan tradisional antara lain kenampakan kurang menarik atau hangus sebagian, kontrol suhu sulit dilakukan dan mencemari udara/polusi (Kadir, 2013).

Menurut Reppie dkk (2011) ikan roa atau julung-julung tergolong jenis ikan pelagis hidup di perairan pantai dan cenderung oceanis yang umumnya tersebar di perairan Indonesia Timur yang berkadar garam tinggi. Ikan julung-julung (*Hemirhamphus sp.*) oleh masyarakat diolah secara tradisional dengan cara pengasapan, yang dikenal dengan nama Ikan Roa.

Berikut ini syarat mutu ikan asap sesuai SNI 2725.1.2009 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu ikan asap

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
a. Organoleptik	Angka (1-9)	Minimal 7
b. Cemarkan mikroba*	Koloni/g.AP M/g	Maksimum 1x10 ⁵ Maksimal 3 Negatif Negatif Maksimal 1 x 10 ³
- ALT	Per 25 g	
- E-coli*	Per 25 g	
- Salmonella*	Kologi/g	
- Vibrio cholera*		
- Staphylococcus aureus*		
c. Kimia*		
- Kadar air	% fraksi m	Maksimal 60
- Kadar histamine	Mg/kg	Maksimal 100
- Kadar garam	% fraksi m	Maksimal 4
Catatan *) Bila diperlukan		

2.2. Asap Cair

Pengasapan adalah proses pengawetan daging dan merupakan gabungan dari penggaraman, pengeringan, dan pengasapan itu sendiri. Salah satu pengasapan modern adalah pengasapan dengan asap cair (*liquid smoke*). Asap cair merupakan senyawa-senyawa yang menguap secara simultan dari reactor panas melalui teknik pirolisis (penguraian dengan panas) dan berkondensasi pada sistem pendingin. Penggunaan asap cair lebih praktis karena dengan hanya dengan mencelupkan produk makanan tersebut dalam asap cair diikuti dengan pengeringan (Swastawati, 2014). Menurut Marasabessy (2007), pengasapan cara ini dapat meningkatkan kualitas produk dari segi kesehatan karena senyawa karsinogenik seperti benzo(a)pyren yang terdapat dalam asap cair dapat diserap dan dikurangi jumlahnya.

Menurut Nursiwi, dkk (2013), asap cair mempunyai berbagai sifat fungsional. Fungsi utama adalah untuk memberi citarasa dan warna yang diinginkan pada produk asapan yang diperankan oleh senyawa fenol dan karbonil. Fungsi lainnya adalah untuk pengawetan karena kandungan senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai antioksidan dan antimikrobia. Oleh sebab itu, asap cair banyak digunakan sebagai zat antimikrobia dan antioksidan dalam bidang pangan.

2.3. Response Surface Method-Central Composite Design (RSM-CCD)

Menurut Bas dan Boyaci (2007) Response Surface Methodology (RSM) merupakan teknik statistik dan matematik yang digunakan untuk pengembangan perbaikan dan optimasi proses dalam

respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan bertujuan untuk optimasi respon tersebut (Muhandri dkk, 2011). RSM tidak lain sebuah model regresi linier yang memodelkan hubungan antara variabel explanatory dan variabel response. Eksperimen dengan RSM dilakukan dalam dua tahap, yaitu eksperimen tahap I yakni desain faktorial dua level dan eksperimen tahap II yakni Central Composite Design (CCD). CCD digunakan untuk percobaan yang terdiri dari k factorial dengan masing-masing faktor mempunyai level rendah (diberi kode -1), level tinggi (diberi kode +1), level tengah (diberi kode 0), dan level pada sumbu aksial diberi kode $-a$ dan $+a$ (Gapsari dan Dwi, 2011).

Pada Central Composite Design (CCD), agar kualitas dari prediksi jadi lebih baik maka rancangannya selain memiliki sifat orthogonal juga harus rotatable jika ragam dari variabel respon benar – benar tidak diketahui. Dengan kata lain ragam dari variabel respon yang diduga sama untuk semua titik asalkan titik – titik tersebut memiliki jarak yang sama dari pusat rancangan (centre runs). Kurva tiga dimensi (Three dimensional response surface and contour plot) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variabel percobaan pada hasil yang diperoleh. Koefisien-koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan atau tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA (Montgomery, 2001).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

alat dan bahan penelitian yang digunakan adalah ikan roa, asap cair, garam, aluminium foil, kertas label, tissue roll, asam sulfat, NaOH, natrium sulfat anhidrat, aquadest, indikator PP, HCl, KOH, asam asetat, natrium karbonat, dichloromethane, lemari pendingin, Inkubator, Desikator, Waterbath, Peralatan Mikro Kjeldahl, Peralatan Soxhlet, Spectrophotometer Shimadzu dengan Kolom Silika, alat gelas dan alat pembantu lainnya.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan rancangan *Response Surface Method-Central Composite Design* (RSM-CCD) dengan 2 faktor. Faktor perlakuan pada penelitian ini yakni variasi konsentrasi asap cair dan lama perendaman. Variasi konsentrasi asap cair (A) terdiri atas 5 taraf yakni 2,38%, 3%, 4,5%, 6% dan 6,62% sedangkan variasi lama perendaman (B) terdiri atas 5 taraf yakni 48 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 132 menit.

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, tahap pertama adalah tahap persiapan. Persiapan alat dan bahan penelitian, selanjutnya adalah persiapan desain penelitian yakni tabel penelitian untuk RSM-

CCD yang digunakan untuk keperluan pencatatan data dan pengolahan data penelitian. Tahap kedua adalah pembuatan ikan roa asap dengan variasi konsentrasi asap cair dan lama perendaman. Ikan roa yang sudah disiapkan dibersihkan terlebih dahulu dengan air mengalir. Selanjutnya ikan direndam dalam air garam dengan konsentrasi 5% selama 5 menit. Perendaman dengan air garam bertujuan untuk menambah cita rasa pada ikan roa asap yang dihasilkan, setelah direndam dengan air garam selanjutnya ikan roa direndam dalam asap cair dengan konsentrasi berbeda dan lama perendaman berbeda. Setelah direndam dengan asap cair, langkah selanjutnya adalah dikeringkan menggunakan oven selama 6 jam dengan suhu 130°C. Setelah 6 jam, ikan roa asap dikeluarkan dari oven dan siap untuk dianalisa. Tahap ketiga penelitian adalah Analisa kadar air dan kadar abu untuk mengetahui mutu ikan roa asap.

3.3 Analisa Kadar Air

Sampel sebanyak 1 gram ditimbang dalam cawan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 8 jam, lalu ditimbang kadar air sampel. Rumus yang digunakan untuk penghitungan kadar air (AOAC, 2000) adalah:

$$\text{kadar air} = \frac{\text{bobot sampel (segar - kering)}}{\text{bobot sampel segar}} \times 100\%$$

3.4 Analisa Kadar Abu

Kadar abu dilakukan dengan metode pemanasan tanur (AOAC, 2005) yakni pertama-tama ditimbang berat cawan porselen dengan neraca analitik (a gram). Sekitar 3 gram sampel ditimbang dalam cawan porselen (w gram). Sampel di arangkan di atas hot plate selama 30 – 60 menit sampai tidak berasap. Kemudian sampel di abukan dalam tanur bersuhu 600°C selama 3 jam dan ditimbang (x gram). Kemudian didinginkan dalam desikator 15-30 menit.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{x-a}{w} \times 100\%$$

Keterangan : a = bobot cawan
w = bobot sampel awal
x = (cawan + abu)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kadar Air

4.1.1 Pemilihan Model Respon Kadar Air

Pemilihan model respon kadar air dilakukan berdasarkan output dari *software* Minitab 16. Hasil *output* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis pemilihan model respon kadar air

Sumber Keragaman	p-value	Keterangan
Regresion	0.001	Signifikan
A	0.151	Tidak Signifikan

B	0.005	Signifikan
Square	0.000	Signifikan
A*A	0.014	Signifikan
B*B	0.000	Signifikan
Interaction	0.088	
A*B	0.088	
Error		
Lack-of-fit	0.116	Tidak signifikan
Pure Error		
Total		

Keterangan: A = konsentrasi asap; B = lama perendaman

Berdasarkan Tabel 2, model yang cocok untuk respon kadar air adalah model kuadratik. Model ini memberikan nilai *p-value* < 5% sehingga berarti bahwa model kuadratik berpengaruh signifikan terhadap kadar air. Nilai *lack-of-fit* model kuadratik memberikan nilai *p-value* sebesar 0.116 yang berarti bahwa model regresi cocok untuk dijadikan model optimasi. Berdasarkan pengujian pada Tabel 2 diketahui juga bahwa secara statistik lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap kandungan kar air ikan roa asap sedangkan konsentrasi asap cair tidak berpengaruh terhadap kadar air ikan roa asap.

Persamaan polinomial yang diperoleh dari hasil analisis adalah sebagai berikut.

$$Y_{k_air} = 6.49 + 0.31A + 0.77B - 0.67A^2 - 1.65B^2 - 0.54AB \quad (1)$$

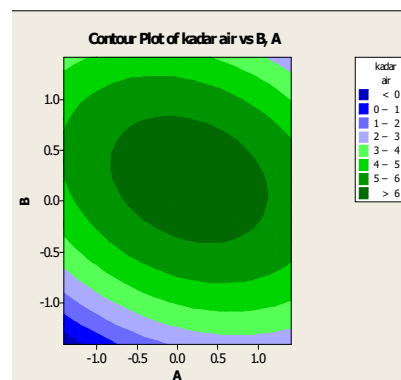
dengan :

Y_{kadar_air} = respon nilai kadar air

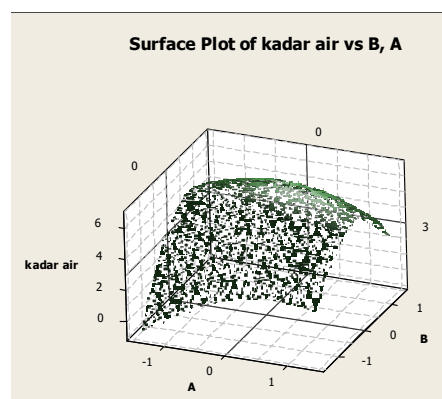
A = konsentrasi asap cair

B = lama perendaman asap cair

Persamaan 1 merupakan persamaan actual yang diperlukan untuk mengetahui kadar air ikan roa asap untuk nilai variabel yang berbeda. Oleh karena itu, persamaan ini dapat juga dikatakan sebagai persamaan untuk memprediksikan nilai respon kadar air untuk level tertentu yang tidak dilakukan dalam percobaan. Untuk tujuan visualisasi, berikut ini disajikan *contour* dan respon *surface* (permukaan) untuk kadar air.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) contour plot kadar air; (b) surface plot kadar air

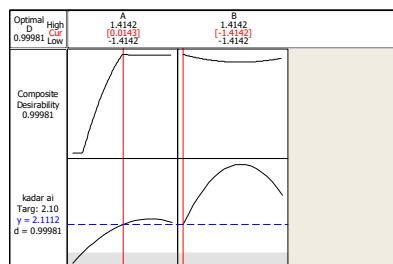
Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air ikan roa asap berdasarkan contour dan surface plot. Kadar air tertinggi ada pada level antara -0.5 sampai 0.5 terlihat dari warna hijau tua (Gambar 1a), sedangkan kadar air yang terendah terlihat dari warna hijau muda, ada pada level >1 dan <-1 untuk faktor B sedangkan . Berdasarkan Gambar 1a, diketahui semakin banyak konsentrasi asap cair (A) yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar abu ikan roa asap. Hal ini terlihat dari warna hijau tua yang terlihat pada Gambar 8a sedangkan pada Gambar 8b terlihat plot respon permukaan bergerak naik untuk variabel konsentrasi asap cair (A). Peningkatan kadar air pada ikan roa asap ini mungkin terjadi karena peningkatan nilai kadar air pada ikan roa asap disebabkan larutan konsentrasi asap cair yang digunakan untuk merendam meresap ke dalam tubuh ikan secara osmosis dan menyebabkan air bebas dalam tubuh ikan terdesak keluar. Dengan demikian, jumlah air bebas dalam tubuh ikan menjadi berkurang. Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang digunakan maka semakin banyak jumlah komponen asap yang melekat pada daging ikan, sehingga menyebabkan kadar air semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi bubuk asap cair (Setha, 2011). Selain itu juga karena asap cair mampu

mengikat air bebas yang ada pada ikan selama proses pengolahan. Proses pengovenan juga membantu dalam pengurangan kadar air tersebut. Sedangkan untuk proses pengovenan, menurut Fellows (2000) kadar air dipengaruhi oleh proses pengolahan yang dilakukan. Pengolahan dengan pemanasan dapat menghilangkan kandungan air dari ruang interseluler atau antar sel sehingga dapat meningkatkan densitas makanan. Hasil yang diperoleh berbeda dengan teori, perbedaan ini di prediksi karena ukuran ikan yang bervariasi atau ikan tidak memiliki ukuran yang sama sehingga berpengaruh pada kadar air.

Dari Gambar 1b juga diperoleh bahwa untuk variabel lama perendaman (B) ternyata kurva kadar air membentuk parabola dengan nilai maksimum ada pada level 0 atau lama perendaman 90 menit. Pada level -1,414 sampai 0 kurva bergerak naik ini berarti bahwa pada lama perendaman 48 menit sampai 90 menit kadar air ikan roa asap semakin meningkat, sedangkan pada level 0 sampai 1,414 atau lama perendaman 90 menit sampai 132 menit, kadar air ikan roa asap semakin menurun. Hal ini terjadi karena disebabkan Lama waktu perendaman dalam asap cair mampu mengurangi kandungan kadar air pada ikan roa asap. Hal ini dikarenakan, asap cair mampu mengikat air bebas yang ada pada ikan selama proses pengolahan. Terjadinya penurunan kadar air akibat penguapan dari produk karena pengaruh suhu udara dan kelembaban lingkungan sekitar (Guillan dan Ibargoita, 1999). Tingginya kadar air dalam ikan asap yang diolah menggunakan asap cair dan lama perendaman, dapat mempengaruhi kualitas ikan asap yang dihasilkan

4.1.2 Titik Optimum Kadar Air

Pada umumnya keakuratan model dapat diketahui dari perbandingan nilai actual penelitian dengan prediksi model. Hasil prediksi kadar air oleh model pada kondisi optimum yang selanjutnya divalidasi dengan melakukan pengujian secara empiris pada uji kondisi optimum. Kondisi optimum untuk kadar air dipilih berdasarkan kriteria target terendah. Dalam artian bahwa semakin kecil nilai kadar air, semakin bagus produk tersebut. Hal ini disebabkan karena kadar air berperan penting dalam menentukan umur simpan suatu produk. Solusi titik optimum yang ditunjukkan oleh software Minitab 16 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Respon optimasi kadar air

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kadar air yang optimum (maksimum) adalah 2,1112. Nilai kadar air yang optimum ini akan diperoleh ketika taraf untuk faktor A adalah 0.0143 (kode percobaan) atau konsentrasi asap cair sebesar 4.52% sedangkan taraf untuk faktor B adalah -1,4142 (kode percobaan) atau lama perendaman 48 menit. Setelah diketahui taraf optimum untuk masing-masing faktor, maka selanjutnya adalah melakukan verifikasi dengan membuat ikan roa asap. Percobaan verifikasi ini dilakukan dengan konsentrasi asap cair 6,62% dan lama perendaman 48 menit. Hasil verifikasi dan tingkat ketepatan prediksi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Solusi titik optimum terpilih untuk kadar air

	Konsentrasi Asap Cair (%)	Lama Perendaman (menit)	Kadar Air
Prediksi	4.52	48	2.1112
Verifikasi	4.52	48	2.0624
Tingkat Ketepatan			97.69%

Perbedaan nilai respon kadar air dan prediksi software adalah sebesar 2.31%. Selisih antara hasil prediksi software dengan analisis diduga dipengaruhi oleh penyimpanan bahan baku dan berat ikan roa yang digunakan. Bahan baku disimpan dalam lemari pendingin sedangkan berat ikan yang berbeda sehingga mengakibatkan kandungan air yang terkandung dalam ikan juga berbeda. Perbedaan nilai respon prediksi dan hasil validasi hampir mendekati perhitungan Minitab, perbedaan nilai prediksi dan nilai penelitian tidak lebih dari 5% mengindikasikan bahwa model tersebut cukup tepat untuk proses, dengan demikian selisih nilai tidak lebih dari 5% dan solusi Minitab 16 dapat diterima (Budiandari dan Widjanarko, 2014).

4.2 Analisa Kadar Abu

4.2.1 Pemilihan Model Respon Kadar Abu

Tabel 4. Analisis pemilihan model respon kadar abu

Sumber Keragaman	p-value	Keterangan
Regresion	0.001	Signifikan
A	0.027	Signifikan
B	0.000	Signifikan
Square	0.008	Signifikan
A*A	0.127	Signifikan
B*B	0.006	Signifikan
Interaction	0.130	
A*B	0.130	
Error		
Lack-of-fit	0.319	Tidak signifikan
Pure Error		
Total		

Keterangan: A = konsentrasi asap; B = lama perendaman

Berdasarkan Tabel 4, model yang cocok untuk respon kadar air adalah model kuadratik. Model ini memberikan nilai p-value < 5% sehingga berarti bahwa kuadratik berpengaruh signifikan terhadap kadar abu. Nilai lack-of-fit model kuadratik memberikan nilai p-value sebesar 0.319 yang berarti bahwa model regresi cocok untuk dijadikan model optimasi. Berdasarkan pengujian pada Tabel 4 diketahui juga bahwa secara statistik konsentrasi asap cair dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap kandungan kadar abu ikan roa asap.

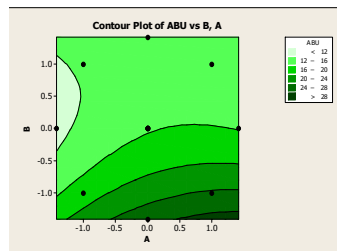
Persamaan polinomial yang diperoleh dari hasil analisis adalah sebagai berikut.

$$Y_{k_abu} = 15.64 + 1.69A - 4.08B - 1.12A^2 + 2.56B^2 - 1.47AB \quad (2)$$

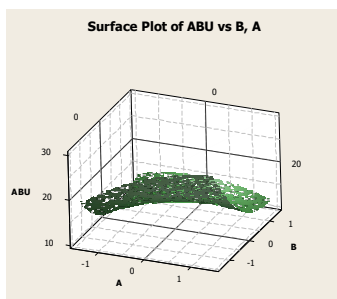
dengan :

Y_{k_abu} = respon nilai kadar air
A = konsentrasi asap cair
B = lama perendaman asap cair

Persamaan 2 merupakan persamaan aktual yang diperlukan untuk mengetahui kadar abu ikan roa asap pada nilai variabel yang berbeda. Untuk tujuan visualisasi, berikut ini disajikan contour dan respon surface (permukaan) untuk kadar abu.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Contour plot kadar abu; (b) surface plot kadar abu.

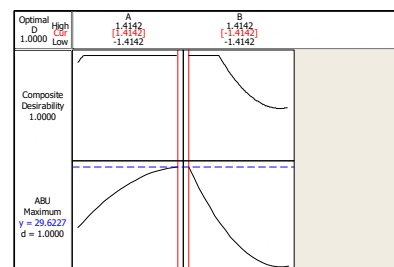
Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi asap cair ternyata berpengaruh terhadap kadar abu ikan roa asap. Berdasarkan Gambar 3a, diketahui semakin banyak konsentrasi asap cair (A) yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar abu ikan roa asap. Hal ini terlihat dari warna hijau tua yang terlihat

pada Gambar 3a sedangkan pada Gambar 3b terlihat plot respon permukaan bergerak naik untuk variable konsentrasi asap cair (A). Peningkatan kadar abu pada ikan roa asap ini mungkin terjadi karena Peningkatan kadar abu pada ikan roa asap ini mungkin terjadi karena banyaknya jumlah konsentrasi asap cair yang ditambahkan, hal ini disebabkan karena komposisi kimia dari asap cair mengandung abu sehingga sisa bahan terbakar menjadi lebih banyak, hal ini sesuai dengan pendapat Hardianto dan Yuniarta (2015) komposisi kimia tempurung kelapa asap cair terdiri dari beberapa komponen kimia seperti selulosa 26,6%, hemiselulosa 27,7%, lignin 29,4%, komponen ekstraktif 4,2% dan abu 0,6%.

Dari Gambar 3 juga diperoleh bahwa untuk variabel lama perendaman (B) ternyata semakin lama ikan roa direndam dengan asap cair, semakin rendah kadar abu ikan roa asap, akan tetapi pada kadar abu kembali meningkat pada setelah lama perendaman 120 menit (kode >1). Hal ini terlihat pada Gambar 3a dimana kadar abu terendah ada pada lama perendaman 90-120 menit (kode 0-1). Penurunan kadar abu yang terjadi karena perendaman asap cair ini semakin lama waktu perendaman maka kadar abunya semakin turun/rendah hal ini karena adanya asap yang mempengaruhinya walaupun terjadi peningkatan kembali setelah 120 menit hal ini sesuai dengan pendapat Manurung dkk (2017) bahwa nilai kadar abu mengalami penurunan yang disebabkan oleh penambahan asap cair. Penurunan dan peningkatan kadar abu sangat erat kaitannya dengan kadar NaCl pada sampel. Penambahan NaCl akan menambah jumlah natrium pada sampel sehingga kadar abu meningkat

4.2.2 Titik Optimum Kadar Abu

Kondisi optimum untuk kadar abu dipilih berdasarkan kriteria maksimum. Dalam artian bahwa semakin besar nilai kadar abu, semakin bagus produk tersebut. Dimana kadar abu yang dimaksud adalah banyak kandungan mineral yang terkandung dalam produk ikan roa asap. Solusi titik optimum yang ditunjukkan oleh software Minitab 16 disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Respon optimasi kadar abu

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kadar abu yang optimum (maksimum) adalah 29,6227. Nilai kadar abu yang optimum ini akan diperoleh ketika taraf untuk faktor A adalah 1,4142 (kode percobaan) atau konsentrasi asap cair sebesar 6,62% sedangkan taraf untuk faktor B adalah -1,4142 (kode percobaan) atau lama perendaman 48 menit. Setelah diketahui taraf optimum untuk masing-masing faktor, maka selanjutnya adalah melakukan verifikasi dengan membuat ikan roa asap. Percobaan verifikasi ini dilakukan dengan konsentrasi asap cair 6,62% dan lama perendaman 48 menit. Hasil verifikasi dan tingkat ketepatan prediksi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Solusi titik optimum terpilih untuk kadar abu

	Konsentrasi Asap Cair (%)	Lama Perendaman (menit)	Kadar Abu
Prediksi	6.62	48	29.6227
Verifikasi	6.62	48	28.3843
Tingkat Ketepatan			95,82%

Perbedaan nilai respon daya patah penelitian dan prediksi software adalah sebesar 4.18%. Selisih antara hasil prediksi software dengan analisis diduga dipengaruhi oleh penyimpanan bahan baku dan berat ikan roa yang digunakan. Bahan baku disimpan dalam lemari pendingin sedangkan berat ikan yang berbeda sehingga mengakibatkan kandungan mineral yang terkandung dalam ikan juga berbeda. Perbedaan nilai respon prediksi dan hasil validasi hampir mendekati perhitungan Minitab, perbedaan nilai prediksi dan nilai penelitian tidak lebih dari 5% mengindikasikan bahwa model tersebut cukup tepat untuk proses

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi asap cair berpengaruh signifikan terhadap kadar abu ikan roa asap, dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap kadar air dan kadar abu ikan roa asap. Kadar air optimal akan diperoleh pada konsentrasi asap cair 4,52% dan lama perendaman 48 menit, sedangkan kadar abu optimal ikan roa asap akan diperoleh pada konsentrasi asap cair 6,62% dan lama perendaman 48 menit.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis berikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, yang telah membiayai penelitian ini sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2000. *Official method of analytical chemists* (17th ed.). Arlington: The Association of Official Analytical Chemists Inc.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Budiandari, R.U., dan S.B. Widjanarko. 2014. Optimasi Proses Pembuatan Lempeng Buah Lundur (*Brugulera gymnorhiza*) sebagai Alternatif Pangan Masyarakat Pesisir. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.2 No.3 p.10-18.
- Erbay, Z. and Icier, F. 2009. *Optimization of Hot Air Drying of Olive Leaves Using Response Surface Methodology*. Turki: Journal of Food Engineering.
- Fellows, P. 2000. *Food Processing Technology. Principles and Practice*. Woodhead Publ. Ltd. Cambridge
- Gapsari, F., & Dwi, H.S. 2011. *Optimasi Kualitas Hasil Pengelasan Gas Metal Arc Welding (Gmaw) Baja Astm 283 Grade A dengan RSM (Response Surface Methodology)*. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No. 1 Tahun 2011 : 17-22
- Guillan MD, Ibargoita ML. 1999. Influence of The Moisture Content on the Composition of the Liquid Smoke Produced in the Pyrolysis Process of *Fagus sylvatica* L. *J. Agri food chem.* 47: 4126-4136
- Hardianto L, Yunianta. 2015. Pengaruh asap cair terhadap sifat kimia dan organoleptik ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1356- 1366.
- Kadir, Abdul. 2013. *Pengertian MySQL. Tersedia dalam: Buku Pintar Progammer Pemula PHP*. Mediakom, Yogyakarta
- Katiandagho, Y., Siegfried, B., & Albert, R.R. 2017. Pengaruh Konsentrasi Asap Cair dan Lama Perendaman terhadap Mutu Organoleptik Ikan Kayu (*Katsuo-bushi*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, Vol. 5, No. 1, Januari.
- Manurung, H. J., F. Swastawati, dan I. Wijayanti. 2017. Pengaruh Penambahan Asap Cair terhadap Tingkat Oksidasi Ikan Kembung (*Rastelliger sp*) Asin dengan Metode Pengeringan yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1):30-37.
- Marasabessy, I. 2007. *Produksi Asap Cair dari Limbah Pertanian dan Penggunaannya Dalam Pembuatan Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Asap*. Bogor: IPB [tesis].
- Montgomery, D.C. 2001. *Design and Analysis of Experiments*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc

- Muhandri, T., Adil, B.A., Rizal, S., & Sutrisno. 2011. *Optimasi Proses Ekstruksi Mi Jagung dengan Metode Permukaan Respon*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XXII, No 2.
- Nursiwi, A., dkk. 2013. Pengaruh Penambahan Asap Cair terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Telur Asin Rasa Asap. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, Vol. VI, No.2, Agustus.
- Nuryanti, & Djati, H.S. 2008. *Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya Pada Optimasi Eksperimen Kimia*. Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir: 6-7 Agustus 2008(373-391)
- Patty, dkk. 2015. Mutu Ikan Roa (*Hemirhamphus* Sp) Asap Yang Ada Di Pasar Tradisional Di Kota Manado Yang Disimpan Pada Suhu Ruang. Jurnal Median Teknologi Hasil Perikanan. Vo. 3, No. 2, Agustus 2015.
- Reppie, E., E.P. Sitanggang, dan J. Budiman. 2011. Pendugaan potensi dan musim penangkapan ikan julungjulung (*Hemiramphus* sp.) berdasarkan hasil tangkapan soma giop di perairan Selat Bangka, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal Regional Board of Research North Sulawesi 1(6): 1010-1014.
- Setha, B. 2011. Pengaruh Penggunaan Asap Cair Terhadap Kualitas Fillet Ikan Cakalang Asap. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 9 (1): 28- 37
- Swastawati, F., dkk. 2014. Pengaruh Pengasapan dengan Variasi Konsentrasi Liquid Smoke Tempurung Kelapa yang Berbeda Terhadap Kualitas Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) Asap. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Volume 3, Nomer 4, Tahun 2014, Halaman 127-132.
- Swastawati, F., T. Surti, T.W Agustini, P.H Riyadi. 2013. Karakteristik Kualitas Ikan Asap yang Diproses Menggunakan Metode dan Jenis ikan Berbeda. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan Vol. 2 No. 3.

DETEKSI BAHAN KIMIA PADA DAGING IKAN KONSUMSI MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK BERDASARKAN ANALISIS TEKSTUR DAN WARNA

Salman Suleman¹⁾, Roys Pakaya²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Gorontalo

Email: salman@poligon.ac.id ¹⁾

ABSTRAK

Ikan merupakan salah satu sumber protein bagi tubuh dan memiliki kandungan gizi yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Selain protein yang tinggi, ikan juga mengandung asam lemak omega 3 yang dibutuhkan untuk pertumbuhan otak, serta kalsium, vitamin D, dan fosfor yang dibutuhkan anak untuk pertumbuhan tulang. Menurut data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, penduduk Indonesia di wilayah bagian timur tergolong tinggi dalam hal mengkonsumsi ikan, terutama penduduk di Gorontalo konsumsi ikan sebanyak 40 kg per kapita per tahun, berbeda dengan penduduk yang ada di pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan yang hanya mengkonsumsi ikan antara 32-43 per kapita per tahun (DKPP, 2013). Sehingga ikan yang sudah tidak layak konsumsi, diolah dengan mencampur bahan-bahan yang sangat berbahaya agar awet dan tampilannya tampak segar. Zat kimia yang paling sering digunakan adalah formalin, boraks dan pewarna tekstil. Jika zat kimia ini masuk dalam tubuh, dampak negatif yang bisa terjadi adalah dapat memicu aneka kanker, kelainan genetik, cacat bawaan ketika lahir, keracunan, kelemahan saraf.

Dalam mengetahui bahan kimia pada ikan, khususnya pada daging ikan konsumsi dapat diamati secara langsung, dimulai dengan tahapan pembedahan pada ikan. Ikan akan dibedah menjadi dua bagian daging yaitu daging sisi kiri dan kanan. Namun untuk mengetahui bahan kimia pada ikan dengan menggunakan cara ini sering terjadi banyak kesalahan. Tahapan deteksi bahan kimia pada daging ikan konsumsi terdiri dari tiga permasalahan utama yaitu pengambilan gambar daging ikan, ekstraksi fitur pada tekstur dan warna daging ikan serta proses klasifikasi. Pada tahap pengambilan gambar masih dilakukan dengan secara manual yaitu dengan meletakkan ikan yang sudah dibedah pada wadah kemudian diambil gambarnya dengan menggunakan kamera *smartphone* atau kamera lainnya.

Pada tahapan ekstraksi tekstur penulis menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* selanjutnya pada tahapan ekstraksi warna menggunakan metode ruang warna *Red, Green, Blue (RGB)*. Pada proses klasifikasi menggunakan metode *Neural Network (NN)*

Kata kunci: deteksi, kimia, daging, konsumsi

ABSTRACT

Fish is one source of protein for the body and has a nutritional content that is very beneficial for health. In addition to being high in protein, fish also contain omega-3 fatty acids needed for brain growth, as well as calcium, vitamin D, and phosphorus that children need for bone growth. According to data from the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, the population of Indonesia in the eastern part of the region is classified as high in terms of fish consumption, especially residents in Gorontalo whose fish consumption is as much as 40 kg per capita per year, in contrast to populations in Java, Sumatra and Kalimantan which only consume fish between 32-43 per capita per year. The high demand for fish is the target of rogue traders to cheat. Fish that are no longer fit for consumption, are damaged and even have wavy are processed by mixing ingredients that are very dangerous so that they last longer and look fresh. The most commonly used chemicals are formalin, borax and textile dyes. If these chemicals enter the body, the negative impact that can occur is that it can trigger various cancers, genetic disorders, congenital defects at birth, poisoning, nerve weakness.

*In knowing the chemicals in fish, especially fish consumption can be observed directly, starting with the stages of surgery on fish. The fish will be dissected into two pieces of meat namely left and right side meat. But to find out the chemicals in fish using this method often many errors occur. The stages of chemical detection in fish consist of three main problems namely image capture, feature extraction and classification. At the stage of shooting is still done manually, namely by putting the fish that has been dissected in a container then taken pictures using a *smartphone* camera or other camera.*

At the texture extraction stage the author uses the next GLCM method at the color extraction stage using the RGB method. In the classification process using the Neural Network method. As for the target outputs in this study are accredited national journals and the Technological Readiness Level (TKT) scale 1.

Keywords: detection, chemistry, meat, consumption

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia. Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan kawasan perairan. Kondisi ini sangat memungkinkan tumbuh dan berkembangnya beragam jenis biota air laut maupun air tawar. Ikan merupakan salah satu biota air yang banyak terdapat di perairan Indonesia. Diperkirakan sekitar 8500 spesies ikan yang hidup di wilayah perairan Indonesia (Australia Museum) atau merupakan 45 persen dari jumlah spesies yang ada di dunia. Sebanyak 1300 spesies dari jumlah tersebut menempati perairan air tawar (Kottelat & Whitten, 1996).

Sektor perikanan dan kelautan merupakan ujung tombak pembangunan perekonomian di Gorontalo. Gorontalo memiliki hasil perikanan dan kelautan yang sangat melimpah. Dalam kurun waktu tahun 2011-2017, produksi perikanan di Gorontalo mengalami kenaikan sebesar 8,38 persen tiap tahunnya dengan rata-rata kenaikan produksi sebesar 92.494 ton. Budidaya perikanan darat merupakan penghasil ikan terbesar dengan produksi 115.477,39 ton, atau sebesar 54,36 persen dari keseluruhan produksi sebesar 212.427,50 ton, sedangkan hasil perikanan laut mencapai 95.991 ton atau sebesar 45,64 persen (DKP, 2013).

Dalam mengetahui bahan kimia pada ikan, khususnya pada daging ikan konsumsi dapat diamati secara langsung, dimulai dengan tahapan pembedahan pada ikan. Ikan akan dibedah menjadi dua bagian daging yaitu daging sisi kiri dan kanan. Namun untuk mengetahui bahan kimia pada ikan dengan menggunakan cara ini sering terjadi banyak kesalahan.

Penelitian mengenai klasifikasi daging dengan menggunakan ekstraksi fitur tekstur sudah pernah dilakukan pada penelitian yang berjudul "Recognition Kualitas Daging Ikan Tuna dengan Metode *Learning Vektor Quantization (LVQ)* Berdasarkan Fitur Ekstraksi Tekstur dan Warna" (Pakaya R dan Suleman S, 2018). Pada penelitian tersebut didapatkan akurasi tertinggi yaitu 88.66 % dengan menggunakan ekstraksi fitur tekstur dan menggunakan metode klasifikasi *Learning Vektor Quantization (LVQ)*.

Pada sektor pertanian ekstraksi ciri berdasarkan warna dan tekstur digunakan untuk klasifikasi juga telah dilakukan oleh Huang menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* untuk ekstraksi ciri tekstur dan nilai *mean RGB* sebagai ciri warna pada bibit *Phalaenopsis* yang terinfeksi dengan hasil 89.6% (K.Y. Huang, 2007).

Berdasarkan referensi penelitian yang telah disebutkan di atas bahwa penggunaan metode *gray level co-occurrence matrix (GLCM)* untuk ekstraksi ciri tekstur dan nilai *mean RGB* serta *Learning Vektor Quantization (LVQ)* sebagai klasifikasi menghasilkan akurasi yang cukup tinggi. Pada

penelitian ini penulis menggunakan metode klasifikasi lain yaitu *Neural Network (NN)* dengan menggunakan metode *gray level co-occurrence matrix (GLCM)* untuk ekstraksi fitur dan *mean RGB* sebagai ekstraksi warna.

Ruang warna *RGB* biasa diterapkan pada monitor CRT dan kebanyakan system grafika computer. Ruang warna ini menggunakan tiga komponen dasar yaitu merah (R), hijau (G), dan biru (B). Setiap piksel dibentuk oleh ketiga komponen tersebut. *RGB* biasa digunakan karena kemudahan dalam perancangan *hardware*, tetapi tidak ideal untuk beberapa aplikasi. Mengingat warna merah, hijau, dan biru sesungguhnya berkorelasi erat, sangat sulit untuk beberapa algoritma pemrosesan citra (crane, 1997).

Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* menggunakan perhitungan tekstur pada orde kedua. Pengukuran tekstur pada orde pertama menggunakan perhitungan static didasarkan pada nilai piksel citra asli semata, seperti varians, dan tidak memperhatikan hubungan ketetanggaan piksel. Pada orde kedua, hubungan antarpasangan dua piksel citra asli diperhitungkan (Hall-Beyer, 2007).

Klasifikasi daging ikan konsumsi dilakukan dengan memanfaatkan metode *Neural Network (NN)*. Proses pengolahan nilai berdasarkan nilai asli ekstraksi ciri kemudian di klasifikasi sehingga mendapatkan hasil.

2. METODOLOGI PENELITIAN

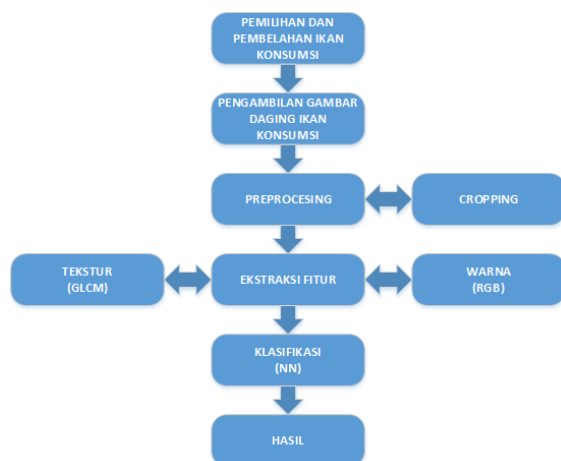
2.1. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Tempat pelelangan ikan Gorontalo

Lokasi penelitian dilakukan di Tempat Pelelangan Ikan Kota Gorontalo (TPI) yang menjadi pusat penjualan ikan yang berada di wilayah kota Gorontalo.

2.2. Rancangan Tahapan Penelitian



Gambar 2. Rancangan Penelitian

2.2.1 Tahapan dalam pemilihan dan pembelahan ikan konsumsi yaitu:



Gambar 3. Pemilihan ikan konsumsi



Gambar 4. Pembelahan ikan konsumsi



Gambar 5. Daging hasil pembelahan ikan

Kegiatan ini diawali dengan pemilihan daging ikan konsumsi, lalu potong kepala ikan konsumsi. Posisikan pisau di belakang sirip dada ikan, potong diagonal kebawah, lakukan di kedua sisi

ikan. Filet tubuh ikan kemudian potong menjadi beberapa bagian daging ikan. Langkah terakhir bersihkan daging ikan konsumsi dengan air bersih.

2.2.2 Pengambilan gambar daging ikan konsumsi

Jenis ikan yang akan di jadikan objek penelitian yaitu ikan *yellowfin tuna*. Penelitian ini menggunakan gambar daging ikan konsumsi dengan jumlah 100 gambar daging ikan konsumsi. Selanjutnya 100 gambar daging ikan konsumsi tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu 50 gambar daging ikan konsumsi untuk klasifikasi daging ikan konsumsi yang masih original (asli) dan 50 gambar daging ikan konsumsi untuk klasifikasi daging ikan yang sudah di campur dengan bahan kimia. 30 gambar daging ikan konsumsi dari masing-masing klasifikasi digunakan sebagai data latih dan 20 gambar daging ikan konsumsi dari masing-masing klasifikasi digunakan sebagai data uji.



Gambar 6. Pengambilan gambar



Gambar 7. Hasil pengambilan gambar

Proses pengambilan gambar di luar ruangan dilakukan pada pagi hari dari pukul 09.00 – 10.00 Wita saat cuaca matahari cerah sedangkan pengambilan gambar di malam hari atau di dalam ruangan sebaiknya menggunakan bantuan *tubular lamp (TL)*, karena cahaya dari lampu *TL* tidak akan mengubah tampilan ikan dari segi tekstur dan warna. Gambar daging ikan diambil harus pada jarak antara 15 cm dan 20 cm dengan sudut kemiringan 130° dengan syarat tidak boleh menggunakan bantuan cahaya (*blitz*). Pengambilan Hasil pengambilan gambar berupa gambar warna (*RGB*) dengan resolusi $100 \times 100 \text{ pixel}$ citra asli. Gambar 7 merupakan hasil pengambilan gambar yang baik dan benar.

2.2.3 Preprocessing

Cropping merupakan proses untuk menghilangkan bagian-bagian yang dianggap tidak penting pada gambar. Keuntungan *cropping*:

- Data lebih siap diolah
- Data sesuai dengan kebutuhan, misalnya pada proses binerisasi dan bipolarisasi
- Fitur data lebih jelas
- Menghilangkan *noise*

Kerugian *cropping*:

- Perlu tambahan waktu komputasi sehingga pengolahan data secara keseluruhan lebih lama
- Algoritma *cropping* kadang-kadang menghilangkan informasi dari gambar.

Persamaan yang digunakan pada tahapan *cropping* adalah sebagai berikut:

$$w' = xR - xL$$

$$h' = yB - yT$$

dimana:

w' = ukuran *width* (lebar) citra yang baru

h' = ukuran *height* (tinggi) citra yang baru

(xL, yT) = koordinat titik pojok kiri atas citra yang *dicropping*



Citra asli



Hasil *cropping*

Gambar 8. Hasil *cropping*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Feature ekstraksi tekstur dengan GLCM

Pada tahap ini dilakukan Ekstraksi ciri berbasis analisis tekstur. Metode GLCM menghasilkan 5

(lima) ekstraksi ciri dari suatu citra digital tiap sudut ketetangaan pikselnya antara lain:

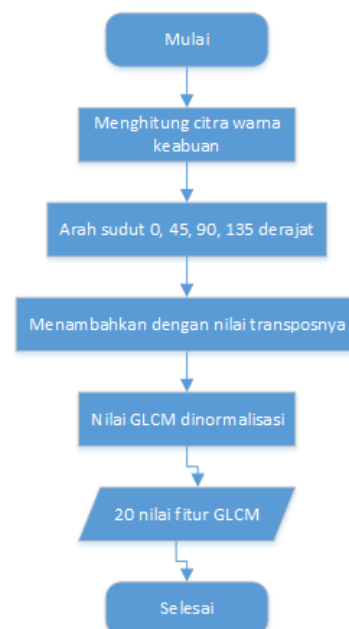
1. *Angular Second Moment (ASM)* merupakan ukuran hegemonitas citra
2. Kontras merupakan ukuran keberadaan aras keabuan dalam citra
3. *Inverse Different Moment (IDM)* digunakan untuk mengukur hegemonitas
4. Entropi adalah ukuran ketidakteraturan aras keabuan dalam citra
5. Korelasi adalah ukuran ketergantungan linier antar nilai aras keabuan dalam citra.

Tabel 2.1 Formula Extraksi ciri

No	Feature	Formula
1.	Contras	$\sum_i \sum_j (i - j)^2 C(i, j)$
2.	Energi	$\sum_i \sum_j C^2(i, j)$
3.	Entropy	$\sum_i \sum_j C(i, j) \log(C(i, j))$
4.	Homogenitas	$\sum_i \sum_j \frac{C(i, j)}{1 + i - j }$

Sumber : (Lee & Choi 2010)

Untuk sudut yang dibentuk dari nilai piksel citra menggunakan GLCM adalah 0° , 45° , 90° , 135° (Eleyan & Demirel 2011),



Gambar 9. Alur dari GLCM

Untuk kepentingan ilustrasi, ketetangaan piksel dapat dipilih ke arah kanan. Salah satu cara

untuk mempresentasikan hubungan ini yaitu berupa (1,0), yang menyatakan hubungan dua piksel yang sejajar horizontal dengan piksel yang bernilai 1 diikuti dengan piksel bernilai 0, berdasarkan komposisi tersebut, jumlah kelompok piksel yang memenuhi hubungan tersebut dihitung. Hal ini diilustrasikan di Gambar 10.



Matriks di gambar 9(b) dinamakan *matrix framework*. Matriks ini perlu diolah menjadi matriks simetris dengan cara menambahkan dengan hasil transposnya, sebagaimana diperlihatkan di Gambar 11.

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$I \quad + \quad I^T \quad = \quad I \text{ simetris}$

Gambar 11. Contoh pembentukan matriks GLCM yang simetris

Tabel di bawah ini memperlihatkan contoh hasil ekstraksi fitur menggunakan metode *GLCM* pada daging ikan konsumsi dengan bantuan aplikasi *Matlab* sebagai tool dalam pengolahan data.

Tabel 3.1 Hasil ekstraksi texture menggunakan GLCM

Klasifikasi	Daging	Ciri
Tidak mengandung bahan kimia		G0.ASM 0,005501
		G0.CONTRAS 1,821438
		G0.IDM ,79436
		G0.ENTROPI 6,028039
		G0.KORELASI 0,000253
		G45.ASM 0,004094
		G45.CONTRAS 3,354247
		G45.IDM 0,705491
		G45.ENTROPI 6,351448
		G45.KORELASI 0,000252
		G90.ASM 0,00559
		G90.CONTRAS 1,870375
		G90.IDM 0,799817
		G90.ENTROPI 6,011074
		G90.KORELASI 0,000253
		G135.ASM 0,004025
Mengandung bahan kimia		G135.CONTRAS 3,574383
		G135.IDM 0,69934
		G135.ENTROPI 6,381374
		G135.KORELASI 0,000252
		G0.ASM 0,00376723
		G0.CONTRAS 1,764671909
		G0.IDM 0,752643999
		G0.ENTROPI 6,33822326
		G0.KORELASI 0,000285484
		G45.ASM 0,002617674
		G45.CONTRAS 3,860591089
		G45.IDM 0,645919202
		G45.ENTROPI 6,72323233
		G45.KORELASI 0,000285304
		G90.ASM 0,003701368
		G90.CONTRAS 2,61621173
		G90.IDM 0,744471011
		G90.ENTROPI 6,398531709
		G90.KORELASI 0,000285335
		G135.ASM 0,002631772
		G135.CONTRAS 4,351123539
		G135.IDM 0,645770229
		G135.ENTROPI 6,736805911
		G135.KORELASI 0,000285244

Dari table di atas dapat di lihat bahwa daging yang mengandung bahan kimia nilai ciri entropi lebih besar dibandingkan dengan daging yang tidak mengandung bahan kimia. Hal ini memberikan informasi bahwa semakin besar nilai entropi maka tekstur daging semakin tidak beraturan.

3.2 Feature ekstraksi warna dengan RGB

Ruang warna RGB biasa diterapkan pada monitor CRT dan kebanyakan sistem grafika komputer. Ruang warna ini terdiri dari ruang merah (R), hijau (G), dan biru (B). Setiap piksel dibentuk oleh ketiga komponen tersebut. Fitur warna dapat diperoleh melalui perhitungan statistik seperti rerata, deviasi standar, *skewness*, dan *kurtosis*. Perhitungan dikenakan pada setiap komponen R, G, dan B.



Gambar 12. Alur warna RGB

Rerata memberikan nilai mengenai distribusi dan dengan persamaan rumus:

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (2.7)$$

Varians menyatakan luas penyebaran distribusi. Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^2} \quad (2.8)$$

Skewness atau kecondongan merupakan ukuran ketidaksimetrisan. *Skewness* dihitung dengan persamaan seperti berikut:

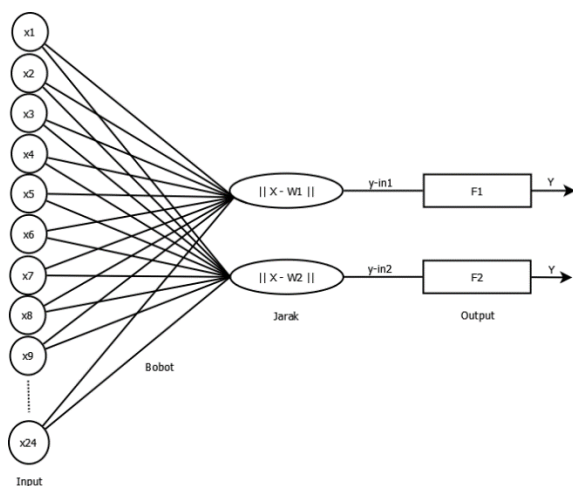
$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{MN\sigma^3} \quad (2.9)$$

Kurtosis adalah nilai yang menyatakan penyebaran data bersifat meruncing. Persamaya seperti berikut:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^4}{MN\sigma^4} - 3 \quad (3.0)$$

3.3 Hasil Klasifikasi Neural Network

Neural network merupakan salah satu bagian yang berbasis *competitive learning* atau *winner take all*, di mana dari nilai keluaran yang diberikan neuron dalam suatu layer keluaran hanyalah *neuron* yang mempunyai nilai terkecil saja atau disebut juga neuron penenang yang diperhatikan.



Gambar 2.5 Arsitektur Neural Network dengan 24 vektor input dan 2 vektor bobot

Penelitian ini menggunakan citra daging ikan konsumsi dengan jumlah 100 citra daging ikan konsumsi yang semuanya diambil langsung dari tempat pelelangan ikan (TPI) di Gorontalo.

Tabel 3.2 Hasil ekstraksi warna menggunakan RGB

Klasifikasi	Daging	Ciri	
Tidak mengandung bahan kimia		Rerata R	134,7643
		Rerata G	109,62
		Rerata B	105,7895
		Varians R	47,94341
		Varians G	69,36941
		Varians B	71,16181
		Skw R	0,088886
		Skw G	0,051877
		Skw B	0,133336
		Kurt R	-1,50389
		Kurt G	-1,65356
		Kurt B	-1,61699
Mengandung bahan kimia		Rerata R	117,590817
		Rerata G	96,27448433
		Rerata B	89,64496011
		Varians R	47,06842143
		Varians G	63,90491451
		Varians B	67,8547259
		Skw R	0,470080573
		Skw G	0,418564268
		Skw B	0,473658837
		Kurt R	-1,191385323
		Kurt G	-1,356615202
		Kurt B	-1,37574355

Dari table di atas dapat di lihat bahwa daging yang mengandung bahan kimia mempunyai selisih nilai yang besar antara ciri rerata R, rerata G, rerata B. Sedangkan pada daging yang tidak mengandung bahan kimia memiliki selisih nilai kecil pada masing-masing ciri rerata R, rerata G, rerata B. Hal ini memberikan informasi bahwa daging yang tidak mengandung bahan kimia mempunyai distribusi atau penyebaran warna yang merata pada semua ciri. Selanjutnya 100 citra daging ikan konsumsi tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu 50 citra daging ikan konsumsi untuk klasifikasi daging yang tidak mengandung bahan kimia dan 50 citra daging ikan konsumsi untuk klasifikasi daging yang mengandung bahan kimia. Kemudian 30 citra daging ikan konsumsi dari masing-masing klasifikasi digunakan sebagai data latih dan 20 citra daging ikan konsumsi dari masing-masing klasifikasi digunakan sebagai data uji.

Hasil pengujian akan disajikan pada table di bawah ini.

3.4 Hasil klasifikasi Neural Network

Dari hasil testing diperoleh variasi terbaik deteksi bahan kimia pada daging ikan konsumsi dengan metode *Neural Network* sebesar 97,5%. Hasil pengujian akan disajikan pada table 3.3.

Tabel 3.3 Hasil pengujian dengan NN

No	Learning rate	Hidden Layer	Epoch	Hasil			
				MSE	Citra latih yang dikenali		Akurasi %
					0	1	
1.	0,1	40	100	0,005	30	30	97,5%

Keterangan :

0= Tidak mengandung bahan kimia

1 = Mengandung bahan kimia

3.5 Hasil citra latih 60

$$Accuracy = \frac{Total\ correct\ predictions}{Total\ correct\ and\ incorrect\ prediction} \times 100$$

$$= \frac{30 + 30}{30 + 0 + 0 + 30} \times 100$$

$$Accuracy = \frac{60}{60} \times 100$$

$$Accuracy = 100\%$$

Tabel 3.4. Confusion matrix citra latih

		Actual	
Predicted	0	0	1
	1	30	0

Keterangan :

0 = Tidak mengandung bahan kimia

1 = Mengandung bahan kimia

Pada *confusion matrix* untuk citra latih di atas:

1. *Actual* berjumlah 30 yang tidak mengandung bahan kimia, sistem mengklasifikasi ada 30 citra yang diklasifikasikan tidak mengandung bahan kimia.
2. *Actual* berjumlah 30 yang mengandung bahan kimia, sistem mengklasifikasi ada 30 citra yang diklasifikasikan mengandung bahan kimia.

Dari tabel confusion matrix di atas dapat dihitung *Accuracy*:

$$Accuracy = \frac{Total\ correct\ predictions}{Total\ correct\ and\ incorrect\ prediction} \times 100$$

$$= \frac{30 + 30}{30 + 0 + 0 + 30} \times 100$$

$$Accuracy = \frac{60}{60} \times 100$$

$$Accuracy = 100\%$$

3.6 Hasil citra uji 40

Tabel 3.5. Confusion matrix citra uji

		Actual	
Predicted	0	0	1
	1	19	0

Keterangan :

0 = Tidak mengandung bahan kimia

1 = Mengandung bahan kimia

Pada *confusion matrix* untuk citra latih di atas:

1. *Actual* berjumlah 20 yang tidak mengandung bahan kimia, sistem mengklasifikasi ada 19 citra yang diklasifikasikan tidak mengandung bahan kimia dan 1 citra yang mengandung bahan kimia

2. *Actual* berjumlah 20 yang mengandung bahan kimia, sistem mengklasifikasi ada 20 citra yang diklasifikasikan mengandung bahan kimia.

Dari tabel confusion matrix di atas dapat dihitung *Accuracy*:

$$Accuracy = \frac{Total\ correct\ predictions}{Total\ correct\ and\ incorrect\ prediction} \times 100$$

$$= \frac{19 + 20}{19 + 1 + 0 + 20} \times 100$$

$$Accuracy = \frac{39}{40} \times 100$$

$$Accuracy = 97,5\%$$

4. Kesimpulan dan Saran

Dengan melakukan penelitian terhadap Deteksi Bahan Kimia Pada Daging Ikan Konsumsi Menggunakan Metode *Neural Network* Berdasarkan Analisis Tekstur Dan Warna dapat disimpulkan:

1. Metode *Neural Network* sangat baik untuk deteksi bahan kimia daging ikan konsumsi karena metode *Neural Network* mampu melakukan perhitungan secara parallel sehingga proses lebih singkat dan akurat.
2. Hasil Deteksi Bahan Kimia Pada Daging Ikan Konsumsi Menggunakan Metode *Neural Network* Berdasarkan Analisis Tekstur Dan Warna sebanyak 60 citra latih dan 40 citra uji, diperoleh akurasi 97,5 %.

Saran dari penelitian, Deteksi Bahan Kimia Pada Daging Ikan Konsumsi Menggunakan Metode *Neural Network* Berdasarkan Analisis Tekstur Dan Warna:

1. Proses pemilihan ikan sebagai sampel daging konsumsi dibuat sedetail mungkin, agar supaya hasil klasifikasi lebih baik
2. Untuk keberlanjutan penelitian dapat menggunakan metode *supervices* yang lain, untuk mendapat tingkat akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo, 2013
- Tuceryan dan Jain, "Texture Analysis. On Handbook of Pattern Recognition and Computer Viision" 1998
- Kadir A dan Susanto A, "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra" 2012
- Kottelat & Whitten, "Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi: additions and corrections" 1996
- Kulkarni, A. D., "Artificial Neural Networks for Image Understanding" 1994
- Gonzalez dan Woods, "Digital Image Processing" 2002

- Martinez dan Martinez, "*Computational Statistics Handbook With MATLAB*" 2002
- Pakaya R dan Suleman S, "*Recognition Kualitas Daging Ikan Tuna Dengan Metode Learning Vector Quantization (Lvq) Berdasarkan Fitur Ekstraksi Tekstur Dan Warna*" 2018
- Xie dkk, "*Quantitatively linking collagen alteration and epithelial tumor progression by second harmonic generation microscopy*" 2010

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA DAN KIMIA TAKAKURA COMPOSTING ASAL KULIT PISANG GOROHU MELALUI UJI KERJA KULTUR KERING BAL (BAKTERI ASAM LAKTAT)

Desi Arisanti¹⁾, Satria Wati Pade²⁾

^{1,2} Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Gorontalo

Email: desiarisanti@poligon.ac.id ¹⁾

ABSTRAK

Pisang goroho merupakan tanaman yang memiliki banyak kegunaan serta memiliki kandungan kimia yang beragam seperti kalium, magnesium, fosfor, kalsium, dan besi serta keberadaannya berlimpah di daerah Gorontalo. Kandungan kimia ini tidak hanya terdapat dalam buahnya, tetapi kulitnya pun mempunyai komposisi yang tidak jauh berbeda. Tingginya ketersediaan kulit pisang goroho serta unsur hara yang terkandung di dalamnya membuat bahan tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk organik. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pembuatan pupuk organik adalah jenis mikroba yang aktif selama proses berlangsung. Dalam penelitian ini aktivator yang digunakan yaitu BAL (Bakteri Asam Laktat) yang terdapat dalam minuman yogurt. Inokulum BAL yang digunakan bukan dalam bentuk cair, namun aplikasi BAL kultur kering. Pada prinsip dasarnya proses pembuatan kultur kering meliputi tahapan penyiapan starter, pembuatan starter cair aktif, tahapan sentrifugasi dan homogenisasi dengan bahan pengisi. Penggunaan bahan pengisi ini untuk menjaga viabilitas sel BAL dari pengeringan. Setelah menjadi kultur kering bioaktivator tersebut diaplikasi dalam pupuk organik kulit pisang goroho. Metode pengomposan yang digunakan dalam penelitian ini metode Takakura. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan menganalisis kualitas pupuk organik yang dihasilkan dengan menggunakan bioktivator dekomposisi kultur kering BAL dengan variasi dosis. Beberapa parameter penelitian yang mengacu pada mutu pupuk organik menurut SNI 19-7030-2004 yang meliputi pH, kadar air, kadar abu. Faktor Perlakuan dari penelitian ini 2 taraf faktor yaitu faktor variasi konsentrasi biaktivator BAL dan faktor suhu. Variasi dosis kultur kering BAL terdiri dari 3 taraf yaitu Kontrol, 20%, 30%, dan 40% dari bobot bahan organik dan suhu pengomposan terdiri dari 450C, 500C, 600C. Berdasarkan hasil penelitian kadar abu terbaik dengan variasi konsentrasi kultur BAL pada perlakuan K3 (81,53%), variasi suhu (65,81%); Kadar air terbaik dengan variasi konsentrasi kultur BAL pada perlakuan K3 (27,78%), variasi suhu S3 (65,81%); namun untuk nilai pH pada kompos tidak sesuai dengan SNI kompos.

Kata kunci: Pisang Goroho, Kultur Kering BAL, Kadar Air, Kadar Abu, pH

ABSTRACT

Goroho Banana is a plant that has many uses and has various chemical contents such as potassium, magnesium, phosphorus, calcium, and iron and its abundant presence in Gorontalo. The chemical content is not only found in the fruit, but the skin also has a composition that is not much different. The high availability of the goroho banana peel and the nutrients contained in it makes it have the potential to be processed into organic fertilizer. One of the factors that influence the quality of making organic fertilizer is the type of microbes that are active during the process. In this study the activator used was BAL (Lactic Acid Bacteria) contained in yogurt drinks. BAL inoculum used is not in liquid form, but the application of dry culture BAL. Basically, the process of making dry culture includes the preparation stages of the starter, the manufacture of an active liquid starter, the stages of centrifugation and homogenization with fillers. The use of this filler is to maintain the viability of BAL cells from drying out. After becoming a dry culture, the bioactivator is applied in organic fertilizer of goroho banana peel. The composting method used in this study is the Takakura method. The purpose of this research is to make and analyze the quality of organic fertilizer produced by using a LAB dry decomposition bioactivator with varying doses. Some research parameters that refer to the quality of organic fertilizer according to SNI 19-7030-2004 include pH, moisture content of ash. Treatment Factors from this study were 2 factor levels, namely variations in BAL biactivator concentration and temperature factors. The variation of BAL dry culture dose consists of 3 levels, namely Control, 20%, 30%, and 40% of the weight of organic matter and composting temperature consists of 450C, 500C, 600C. Based on the results of the research, the best ash content with variations in BAL culture concentrations in K3 treatment (81.53%), temperature variations (65.81%); The best water content with variations in BAL culture concentrations in K3 treatment (27.78%), temperature variations S3 (65.81%); however, the pH value for compost is not in accordance with SNI compost.

Keywords: Goroho Banana, BAL Dry Culture, Water Rate, Ash Rate, pH.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk organik bertujuan untuk mempertahankan kualitas tanah yang terus menerus digunakan untuk lahan pertanian. Penggunaan bahan organik seperti seperti sisa tanaman banyak diaplikasikan pada lahan budidaya. Pisang goroho merupakan tanaman yang memiliki banyak kegunaan serta memiliki kandungan kimia yang beragam seperti kalium, magnesium, fosfor, kalsium, dan besi serta keberadaannya berlimpah di daerah Gorontalo. Kandungan kimia ini tidak hanya terdapat dalam buahnya, tetapi kulitnya pun mempunyai komposisi yang tidak jauh berbeda. Tingginya ketersediaan kulit pisang goroho serta unsur hara yang terkandung di dalamnya membuat bahan tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk organik.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pembuatan pupuk organik adalah jenis mikroba yang aktif selama proses berlangsung. Kondisi optimum bagi aktivitas mikroba perlu diperhatikan selama proses pengomposan, misalnya aerasi, media tumbuh dan sumber makanan yang berasal dari tanaman atau limbah tanaman yang digunakan. Aktivator pengomposan telah banyak beredar di pasaran. Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri yang menguntungkan yang bisa mendekomposisi bahan organik. ,penggunaan BAL masih sebatas untuk minuman makanan fungsional, belum adanya inovasi pemanfaatan BAL untuk skala luas. Pada penelitian ini akan dicoba memanfaatkan BAL yang terdapat dalam minuman yogurt sebagai bioaktivator dalam dekomposisi kulit pisang goroho menjadi pupuk organik atau kompos. Inokulum BAL yang digunakan bukan dalam bentuk cair, namun aplikasi BAL kultur kering. Dengan dimanfaatkan BAL dalam bentuk aplikasi kultur kering, diharapkan mikroba dapat terlindungi dari kekeringan dan kematian. Metode pengomposan yang digunakan dalam penelitian ini metode Takakura. Pengomposan dengan metode yang mudah diaplikasikan, biaya yang relatif murah serta hasil kompos yang berkualitas baik. .

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis kualitas pupuk organik yang dihasilkan dengan menggunakan bioktivor dekomposisi kultur kering BAL dengan variasi dosis. Beberapa parameter penelitian yang mengacu pada mutu pupuk organik menurut SNI 19-7030-2004 yang meliputi pH,kadar air, kadar abu pupuk kompos.

2. METODOLOGI

Alat : pH meter, wadah pengomposan, timbangan dengan ketelitian 0,001 g, cawan porselen, gelas piala, tanur, labu erlemeyer, oven, pipet, buret, plastik transparansi, gunting

Bahan : Kulit pisang goroho, yogurt plain. yaitu tepung terigu sebagai bahan pengisi BAL, gula pasir. Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah.

2.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua factor yaitu tiga perlakuan perbandingan tepung terigu dan tepung ubi kayu yaitu faktor variasi dosis BAL dan suhu selama pengomposan. Variasi dosis kultur kering BAL terdiri dari 3 taraf yaitu Kontrol, 20%, 30%, dan 40% dari bobot bahan organik. Variasi suhu terdiri dari tiga taraf yaitu 450C,500C,600C. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 (Tiga) kali ulangan. Data yang dihasilkan kemudian diolah menggunakan uji analisa sidik ragam untuk melihat pengaruh perlakuan uji lanjut BNT untuk mengetahui sejauh mana perbedaan dari masing-masing perlakuan.

2.2. Prosedur Kerja

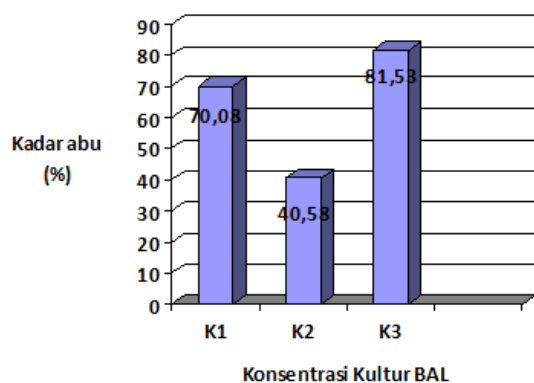
Penelitian ini diawali dengan membuat kultur kering BAL yang akan digunakan sebagai bioaktivator dalam proses pengomposan. Tahapan pertama dimulai dengan penyiapan starter BAL, pembuatan starter cair aktif, kemudian tahapan sentrifugasi dengan kecepatan 1500 rpm selama 30 menit, endapan sel BAL yang terbentuk dicampur dan dihomogenisasi dengan bahan pengisi yang sebelumnya telah disterilasi pada suhu 121OC selama 15 menit dengan ratio tepung- kultur 1:1. Adonan kemudian disebar tipis pada loyang pengering, lalu dikering anginkan dan akhirnya digerus hingga berbentuk serbuk. Kultur kering BAL siap diaplikasikan dalam pembuatan pupuk organik.

Tahap kedua pada penelitian ini adalah pembuatan pupuk organik pisang goroho. Kulit pisang goroho diambil dari limbah industri rumah tangga pisang goroho yang terdapat di daerah Gorontalo. Bahan dibersihkan dari kotoran yang menempel, dicuci dengan air mengalir, kemudian ditiriskan hingga kering. Kulit pisang goroho yang sudah kering dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1 cm. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik serta bioaktivator dipersiapkan seperti gula pasir, sekam, kardus Proses dekomposisi dilakukan selama satu bulan dengan melakukan pengendalian setiap minggu hingga 1 bulan. Metode pengomposan menggunakan Metode Takakura. Tahap ketiga penelitian adalah uji karakteristik akhir pupuk kompos seperti pH, kadar air, kadar abu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kadar Abu

Hasil pengukuran kadar abu pupuk kompos dengan metode takakura dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



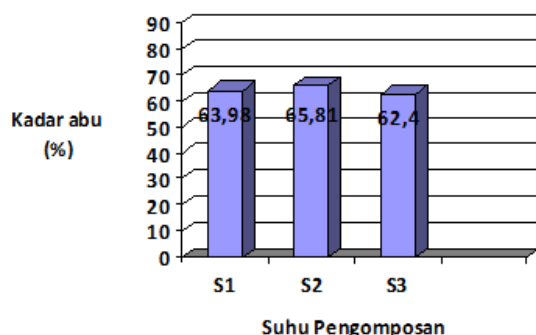
Gambar 1. Kadar abu pupuk kompos

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar abu berkisar antara 40.58 – 81.53%. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan K3 konsentrasi kultur BAL 40% yaitu sebesar 81.53%. peningkatan kadar abu pada perlakuan K3 disebabkan karena proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme dekomposer yang berasal dari kultur Bakteri Asam Laktat (BAL).

Rendahnya kadar abu pada perlakuan K2 yaitu sebesar 40.58% disebabkan karena kemungkinan terjadinya endapan sehingga sebagian besar unsur mineral pada pupuk kompos tidak terdeteksi pada saat pengujian.

Tabel 1. Pengaruh variasi suhu terhadap kadar abu kompos

Kode Perlakuan	Rata-Rata
S ₁	63,98 ^a
S ₂	65,81 ^b
S ₃	62,40 ^c



Gambar 2. Kadar abu pupuk kompos

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar abu berkisar antara 62,4 – 65,84%. kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan K2 suhu pengomposan 50°C yaitu sebesar 65,81%. Range kadar abu antar perlakuan tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pengomposan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu yang dihasilkan.

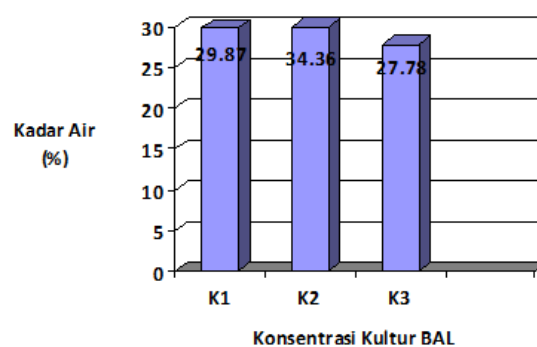
Jumlah mineral yang dinyatakan sebagai kadar abu pada pupuk kompos ditentukan oleh jumlah bahan baku pembuat kompos yang digunakan. Jumlah bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kompos sama untuk setiap perlakuan sehingga kadar abu yang dihasilkan tidak berbeda jauh antar perlakuan.

b. Kadar Air

Kadar air sangat berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan-bahan organik yang digunakan dalam pembuatan kompos. Kadar air adalah presentase kandungan air dari suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (wet basis) atau berdasarkan berat kering (dry basis) (Widarti, dkk., 2015). Pengujian kadar air kompos dilakukan menggunakan basis basah. Nilai rata-rata kadar air kompos dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengaruh variasi konsentrasi kultur kering BAL terhadap kadar air kompos

Kode Perlakuan	Rata-rata
K1	29,87 ^a
K2	34,36 ^b
K3	27,78 ^a



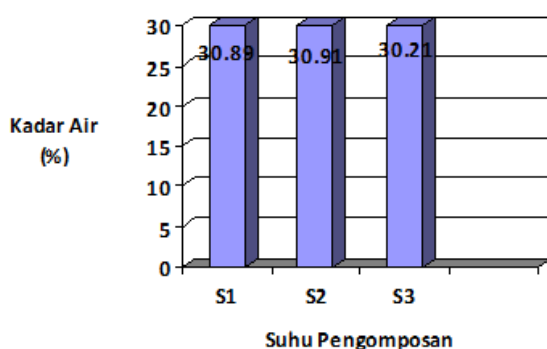
Gambar 3. Kadar air pupuk kompos

Berdasarkan Gambar 3 di atas perlakuan K2 berbeda nyata terhadap kadar air kompos namun K1 dan K3 tidak saling berbeda nyata. Hal ini dikarenakan pada perlakuan K2 jumlah mikroba

yang mendekomposisi bahan organik masih bekerja dalam menghasilkan asam-asam organik. Menurut SNI kompos kadar air maksimal 50% sedangkan batas minimalnya tidak ada. Kandungan air dibawah 30% reaksi biologis akan berjalan lambat dan dapat mengakibatkan berkurangnya populasi mikroorganisme pengurai karena terbatasnya habitat yang ada. Namun sebaliknya, kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan ruang antar partikel menjadi penuh oleh air dapat menghambat aktivitas mikroorganisme, sehingga menimbulkan bau. Sedangkan nilai rata-rata kadar air kompos akibat pengaruh pemberian pengaruh suhu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Variasi suhu terhadap kadar air kompos

Kode Perlakuan	Rata-Rata
S1	30,89
S2	30,91
S3	30,21



Gambar 4. Kadar air pupuk kompos

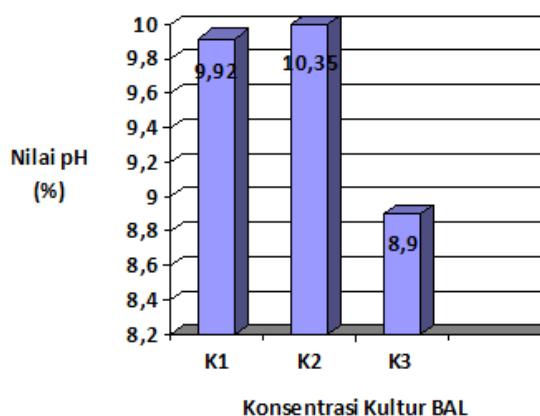
Berdasarkan Gambar 4 di atas semua perlakuan suhu tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air kompos. Suhu mempengaruhi jenis mikroorganisme yang hidup di dalam media. Suhu pengomposan yang dicapai dalam penelitian ini sekitar $\pm 30^{\circ}\text{C}$ dan berlangsung secara optimal sampai hari ke-30. Menurut Ruskandi (2006) dalam proses pengomposan aerobik terhadap dua fase yaitu fase mesofilik $23-45^{\circ}\text{C}$ dan fase termofilik $45-65^{\circ}\text{C}$. Kisaran temperatur ideal tumpukan kompos adalah $55-65^{\circ}\text{C}$. Kisaran temperatur ideal tumpukan kompos adalah $55-65^{\circ}\text{C}$.

Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi dan suhu karena mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik. Pada penelitian ini pengaruh kadar air terhadap suhu kompos tidak begitu terlihat karena kadar air yang ditentukan masuk dalam skala kadar air optimum untuk pengomposan

c. Kadar pH

Hasil pengukuran pH pupuk kompos dengan metode takakura dapat dilihat pada tabel berikut. Tabel 4. Pengaruh variasi konsentrasi Kultur BAL terhadap pH Pupuk kompos

Kode Perlakuan	Rata-Rata
K ₁	9,92 ^a
K ₂	10,35 ^b
K ₃	8,90 ^c



Gambar 5. Nilai pH pupuk Kompos

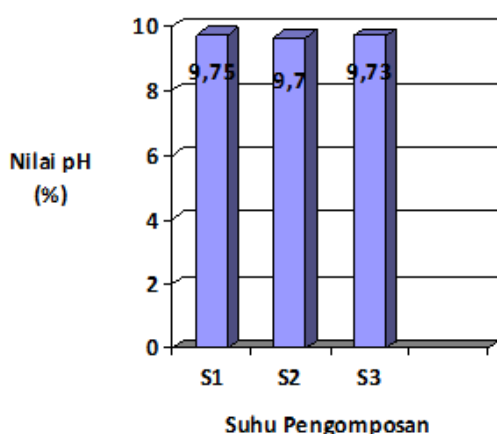
Berdasarkan Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa pupuk kompos dengan perlakuan konsentrasi kultur BAL 30% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH pupuk kompos yaitu 10,35 atau masuk dalam kategori bersifat Basa. Hal ini diduga karena range konsentrasi yang digunakan tidak cukup besar antara perlakuan K1 dan K2. Berbeda dengan perlakuan K3 dengan Konsentrasi kultur BAL 40%, yang berarti jumlah sumber makanan bagi mikroorganisme (karbohidrat) yang ditambahkan lebih banyak sehingga sehingga aktivitas pembentukan asam laktat lebih tinggi yang menyebabkan pupuk kompos mengalami penurunan pH cukup besar menjadi 8,9, hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya aktivitas bioaktivator dari Kultur BAL yang ditambahkan yang memang memiliki sifat asam dan karena adanya aktivitas mikroba yang terlibat dalam proses fermentasi bakteri asam laktat. Proses penguraian C-organik menjadi asam-asam organik menyebabkan menurunnya pH pupuk organik cair yang disebabkan karena adanya bakteri asam laktat (BAL) yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat. Asam ini berasal dari penguraian karbohidrat (Dwicaksono, 2013).

Pengaruh terhadap pH pada pupuk sangat penting gunanya untuk menentukan penyerapan ion-

ion unsur hara oleh tanaman. Umumnya unsur hara akan mudah diserap tanaman pada pH 6-7, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air. Apabila pupuk diaplikasikan dan menyebabkan tanah menjadi asam maka akan banyak ditemukan unsur aluminium (Al) yang dapat meracuni tanaman dan mengikat fosfor sehingga tidak dapat diserap tanaman, sedangkan dalam kondisi basa akan banyak ditemukan unsur Na (Natrium) dan Mo (Molibdenum) yang dapat meracuni tanaman. Kondisi pH juga menentukan perkembangan mikroorganisme, pada pH 5,5 – 7 jamur dan bakteri pengurai bahan organik akan tumbuh dengan baik (Sundari dkk, 2014).

Tabel 5. Pengaruh variasi suhu pengomposan terhadap pH Kompos

Kode Perlakuan	Rata-Rata
S ₁	9,75 ^a
S ₂	9,70 ^b
S ₃	9,73 ^c



Gambar 6. Nilai pH pupuk Kompos

Pada Gambar 6 terlihat bahwa nilai pH pupuk kompos yang dihasilkan berada pada kisaran 9.7- 9.75 atau bersifat basa. Variasi suhu pengomposan memberikan pengaruh tidak terlalu signifikan atau tidak berpengaruh terhadap pH pupuk kompos yang dihasilkan. Proses pengomposan melibatkan mikroorganisme termofilik yang berperan mendegradasi bahan organik. Pada awal hingga pertengahan proses pematangan kompos akan hadir mikroorganisme termofilik yang dapat hidup pada kisaran suhu 45°C – 60°C. Mikroorganisme ini mengonsumsi karbohidrat serta protein bahan kompos (Cahaya & Nugroho, 2008). Pada awal pengomposan, suhu pengomposan mengalami kenaikan yang menandakan adanya aktivitas mikroorganisme dengan adanya sumber makanan berupa karbohidrat dan lambat laun suhu akan menurun seiring berkurangnya sumber makanan bahan organik yang

dapat diuraikan oleh mikroba yang menandakan kompos sudah matang.

Menurut Indriani (2011) Suhu proses pengomposan terbaik adalah 30°C- 50°C. Menurut kriteria SNI (BSN, 2004), suhu ideal proses pengomposan maksimal 50°C, peningkatan suhu selama proses pengomposan diakibatkan karena tingginya aktivitas mikroorganisme pengurai. (Wahyono & Sahwan, 2008).

Umumnya pH dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen dan kondisi anaerobik. Hal ini diakibatkan oleh karena sejumlah jasad renik jenis tertentu akan mengubah sampah organik menjadi asam organik. Proses selanjutnya jasad renik jenis lainnya akan memakan asam organik tersebut sehingga menyebabkan tingkat pH naik kembali, mendekati netral. Selanjutnya mengalami kenaikan hingga pH menjadi basa (Ratna dkk, 2017).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa kadar abu terbaik dengan variasi konsentrasi kultur BAL pada perlakuan K3 (81,53%), variasi suhu (65,81%); Kadar air terbaik dengan variasi konsentrasi kultur BAL pada perlakuan K3 (27,78%), variasi suhu S3 (65,81%); namun untuk nilai pH pada kompos tidak sesuai dengan SNI kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN [Badan Standarisasi Nasional]. (2004). Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI 19-7030-2004.
- Cahaya, A., & D. A. Nugroho. (2008). Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayur dan Ampas Tebu). Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Dwicaksono, Marsetyo Ramadhany Bagus. Bambang Suharto dan Liliya Dewi Susanawati. 2013. Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms pada Limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik. Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Indriani, Y. H. (2011). Membuat Kompos Secara Kilat. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Ratna, D. A. P., Samudro, G dan S. Sumiyati. 2017. Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Takakura. Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06.
- Ruskandi. 2006. Pembuatan Kompos Limbah Kebun Pertanian Kelapa Polikultur. Buletin Teknik Pertanian 11(1):33-36.
- Sundari, I., Maruf, W.F. dan E.N. Dewi, 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 dan Penambahan Tepung Ikan Terhadap

Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumput
Laut Gracilaria Sp. Jurnal Pengolahan dan
Bioteknologi Hasil Perikanan

Vol. 3 No. 3.

Widarti, Budi Nining. 2015. Pengaruh Rasio C/N
Bahan Baku pada Pembuatan Kompos Dari
Kubis dan Kulit Pisang. Samarinda

KARAKTERISTIK *HEAT COLECTOR* TIPE SOLENOID CELUP

Burhan Liputo¹⁾, Arif Murtaqi Akhmad Mutsyahidan²⁾

¹ Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

² Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Gorontalo

Email: burhanliputo@poligon.ac.id ¹⁾

ABSTRAK

Kolektor panas (*Heat Colector*) tipe solenoid celup adalah salah satu bagian komponen pada boiler penghangat ayam ternak yang berfungsi sebagai penyimpan panas untuk dimanfaatkan sebagai pemanas atau penghangat. Komponen kolektor ini terdiri dari pipa solenoid, air penyimpan panas, pipa udara, pipa air dan sensor pendeteksi panas. Prinsip penyimpanan panas pada kolektor adalah melalui proses konveksi dari pembakaran material tongkol di dalam boiler (tungku). Panas konveksi ini akan menyebabkan air di dalam kolektor menjadi panas dan akan tersimpan dalam waktu tertentu, sekaligus terkonduksi pada pipa solenoid yang letak posisinya tercelup. Keadaan ini menyebabkan ruang sepanjang pipa solenoid menjadi panas dan akan digunakan untuk memanaskan hembusan udara yang akan dialirkan menuju ruang ternak ayam. Keadaan suhu ruang pada kolektor dapat dideteksi menggunakan sensor *thermocouple* dan nilai temperatur yang dihasilkan akan ditampilkan melalui display *thermostat*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur maksimum pada kolektor solenoid mencapai 89 °C dalam waktu pemanasan 2,3 jam dan waktu penyimpanan 5,3 Jam dengan suhu yang distabilkan pada kisaran (36-37) °C. Sehingga akumulasi kemampuan kolektor solenoid untuk mensuplai suhu dapat bertahan dalam waktu 7,6 Jam. Kolektor tipe solenoid dirancang dengan tahapan-tahapan metode kerja yaitu desain dan analisis konsep, pembuatan konstruksi, pengujian dan evaluasi kinerja.

Kata kunci: Boiler, *Heat colector*, Pipa solenoid, Tongkol jagung.

ABSTRACT

A solenoid dip type heat collector is one of the component parts in a chicken warmer boiler that functions as heat storage for use as a heater or heater. This collector component consists of solenoid pipes, heat storage water, air pipes, water pipes, and heat detection sensors. The principle of heat storage in the collector is through the process of convection from the combustion of cob material in the boiler (furnace). This convection heat will cause the water in the collector to become hot and will be stored for a particular time, as well as conduction in a solenoid pipe whose position is immersed. This situation causes the space along the solenoid pipe to become hot and will be used to heat the gusts of air that will flow into the chicken farm. The condition of the room temperature in the collector can be detected using a thermocouple sensor, and the resulting temperature value will be displayed via the thermostat display. The results showed that the maximum temperature in the solenoid collector reached 89 °C in a heating time of 2.3 hours and a storage time of 5.3 hours with a heat stabilized in the range (36-37) °C. So that the accumulation of solenoid collector's ability to supply temperatures can last within 7.6 hours. Solenoid type collectors were designed with stages of work methods, namely concept design and analysis, construction, testing, and performance evaluation.

Keywords: Boilers, *Heat collector*, Solenoid pipes, Corncoobs.

1. PENDAHULUAN

Secara umum boiler dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu boiler stasioner dan boiler mobil. Boiler stasioner ialah boiler yang didudukkan diatas pondasi yang tetap, seperti boiler untuk pembangkit tenaga, untuk industri dan lain-lain. Boiler mobil adalah boiler yang dipasang pada pondasi yang berpindah-pindah (*mobile*) seperti boiler lokomotif, loko mobil dan termasuk boiler kapal [1]. Ketel uap (boiler) adalah sebuah alat untuk menghasilkan uap yang terdiri atas dua bagian penting yaitu dapur pemanasan bahan bakar dan boiler proper untuk mengubah air menjadi uap [4].

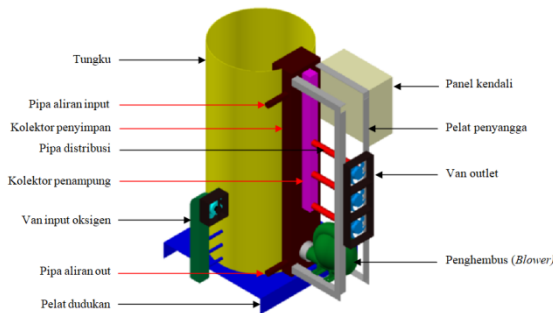
Konduktivitas panas yang diartikan sebagai kemampuan suatu materi untuk menghantarkan panas, merupakan salah satu parameter yang

diperlukan dalam sifat karakteristik suatu material. Pada kebanyakan pengerjaan, diperlukan pemasukan atau pengeluaran kalor, untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan sewaktu proses berlangsung. Kondisi pertama yaitu mencapai keadaan yang dibutuhkan untuk pengerjaan, bila pengerjaan harus berlangsung pada suhu tertentu dan suhu ini harus dicapai dengan jalan pemasukan atau pengeluaran kalor. Kondisi kedua yaitu mempertahankan keadaan yang dibutuhkan untuk operasi proses, terdapat pada pengerjaan eksoterm dan endoterm. Disamping perubahan secara kimia, keadaan ini dapat juga merupakan pengerjaan secara alami. Pada pengembunan dan kristalisasi kalor harus dikeluarkan. Pada penguapan dan pada

umumnya pada pelarutan, kalor harus dimasukkan [3].

Pipa kalor terdiri dari tabung hampa yang pada kedua ujungnya ditutup dan diisi dengan fluida lalu dipanaskan di ujung pipa pada suhu yang diinginkan. Salah satu ujung pipa kalor dicelupkan ke *heater* (evaporator) dan ujung lainnya diberi pendingin (kondensor). Tujuannya adalah untuk mentransfer panas melalui pipa dari evaporator ke kondensor. Banyak peneliti menyelidiki karakteristik dan parameter pipa panas baik secara eksperimen dan theoretically[5].

Boiler penghangat adalah mesin yang dapat membangkitkan panas menggunakan bahan bakar limbah tongkol jagung dengan sistem pengaturan dan pengendalian sirkulasi aliran panas dalam tabung pipa solenoid untuk dimanfaatkan sebagai penghangat ayam ternak jenis pedaging. Sistem ini terdiri atas beberapa bagian utama yaitu unit tungku, kolektor solenoid, *blower*, dan panel kendali aliran panas. Berikut adalah fisik boiler hasil rancangan dalam penelitian :



Gambar 1. Boiler penghangat ayam ternak

Heat collector atau kolektor panas tipe solenoid adalah Salah satu bagian dalam perancangan konstruksi pada penelitian tentang boiler penghangat ayam ternak yang menggunakan bahan bakar limbah tongkol jagung. unit ini merupakan bagian penting dalam sistem boiler penghangat ayam ternak, karena memiliki konsep penyimpan panas dalam waktu tertentu dan penstabil aliran panas pada keluaran secara otomatis.

Kolektor panas tipe solenoid dirancang menggunakan pipa berbentuk solenoid yang terbuat dari bahan tembaga dengan prinsip konstruksi celup atau rendam yang menggunakan media air sebagai penyimpan panas. Konstruksi ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan fungsi penyimpanan panas dari hasil pembakaran material tongkol di dalam tungku boiler.

Tujuan pengembangan kolektor panas tipe solenoid adalah untuk memaksimalkan fungsi boiler penghangat pada aspek penyimpan panas, pengaturan aliran dengan memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar utama pengganti bahan bakar gas LPG yang digunakan peternak ayam di Gorontalo. Tahapan metode pengembangan kolektor

tipe solenoid pada boiler penghangat adalah membuat desain dan analisis konsep, membuat konstruksi, menguji dan mengevaluasi hasil uji fungsi kolektor.

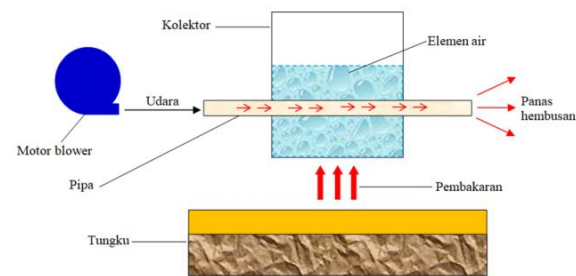
Pengembangan ini diharapkan menjadi solusi yang praktis dan ekonomis bagi masyarakat Gorontalo untuk beralih pola dari kebiasaan menggunakan bahan bakar gas LPG ke pemanfaatan limbah tongkol jagung yang melimpah.

2. METODE PELAKSANAAN

Kolektor solenoid dirancang dengan tahapan-tahapan metode sebagai berikut.

2.1. Desain dan Analisis Konsep

Tahapan desain dan analisis didasarkan pada prinsip kerja dan fungsi bagian-bagian utama kolektor solenoid seperti badan kolektor, pipa solenoid, air penyimpan dan saluran *inlet* atau *outlet* untuk aliran air. Analisis difokuskan pada karakteristik konstruksi, efektivitas penyimpan, dan sistem pengaturan aliran panas. Berikut adalah konsep dasar yang menggambarkan suatu unit kolektor tipe solenoid :



Gambar 2. Konsep dasar kolektor

Gambar 2 menjelaskan bahwa prinsip dasar penyimpan panas pada kolektor dilakukan dengan beberapa tahap yaitu konduksi panas hasil pembakaran tongkol dalam tungku pada badan kolektor, proses pengumpul panas menggunakan air untuk disimpan, proses konduksi panas air ke badan pipa dan proses mengalirkan udara ke dalam pipa. Tahapan-tahapan ini akan sangat tergantung pada proses pembakaran tongkol di dalam tungku boiler sehingga harus menjadi perhatian dalam menganalisis.

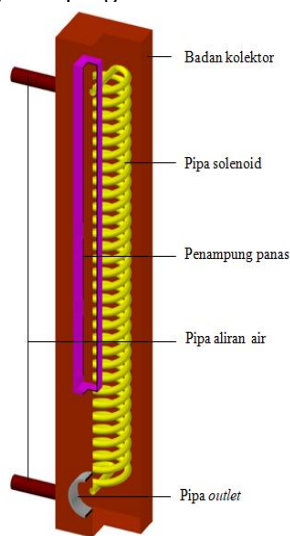
Teori menjelaskan bahwa pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar yang menghasilkan kalor [9]. Pembakaran yang sempurna akan dapat mengubah seluruh energi yang memungkinkan pada bahan bakar. Akan tetapi pada kenyataannya pembakaran sempurna dengan efisiensi 100% sangat sulit tercapai akibat kerugian (Loss) pada instrumen pendukung [2].

Selain itu desain konstruksi unit kolektor solenoid akan memperhatikan keadaan dan karakteristik boiler dengan tujuan agar panas

pembakaran di dalam tungku dapat diserap dan disimpan secara efektif dan optimal. Ada dua hal yang harus diperhatikan dalam desain konstruksi yaitu penggunaan material dan dimensi fisik rancangan kolektor yang akan dibangun.

2.2. Pembuatan Konstruksi

Tahap membuat konstruksi kolektor dimulai pada pembuatan pola komponen, pembentukan komponen, penempatan dan perakitan. Bagian-bagian komponen kolektor yang dibuat adalah badan kolektor, pipa solenoid, pipa saluran, dudukan sensor, rangkaian pengatur suhu dan instrumen ukur.



Gambar 3. Konstruksi kolektor solenoid

Konstruksi badan kolektor dibuat menggunakan material besi pelat jenis esel dengan dimensi tebal 1,2 mm dan volume ruang 13.500 cm³. Kolektor solenoid berbentuk persegi panjang pada posisi pemasangan secara vertikal dan sebagian badan kolektor menempel pada bagian dalam tungku pembakaran boiler. fungsi Badan kolektor adalah untuk menempatkan komponen-komponen bagian dari kolektor baik di dalam maupun di luar agar menjadi satu kesatuan fungsi kolektor.

Pipa solenoid dibuat dari bahan pipa tembaga yang memiliki dimensi tebal 2 mm, dimensi tinggi 73 cm dan diameter 12 mm dengan bentuk konstruksi spiral solenoid. Pipa solenoid berfungsi untuk memanaskan udara yang dialirkan ke dalam pipa menuju ruang ternak melalui proses konveksi panas.

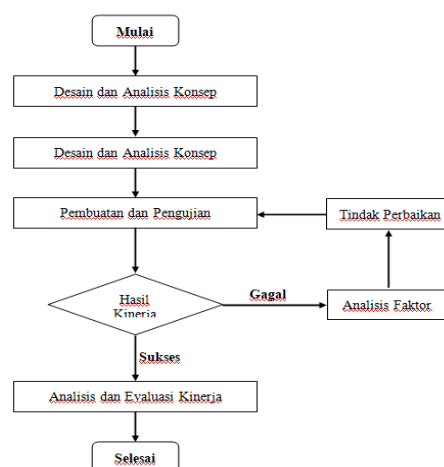
Gambar 4. Dimensi kolektor solenoid

2.3. Pengujian dan Evaluasi Kinerja

Kinerja kolektor solenoid dapat diamati dan diketahui melalui evaluasi hasil pengujian secara langsung dengan menggunakan bahan bakar tongkol jagung. Aspek yang diuji meliputi tingkat kebocoran kolektor, kemampuan menyimpan panas, lama waktu penyimpanan, panas keluaran, dan fungsi kendali aliran panas udara pada keluaran. Berdasarkan evaluasi data-data uji aspek ini dapat menentukan fungsi dan kinerja kolektor solenoid. Aspek yang penting diperhatikan adalah kemampuan kolektor untuk menyimpan energi panas dalam waktu yang cukup lama dan mampu mengatasi pelepasan panas pada lingkungan.

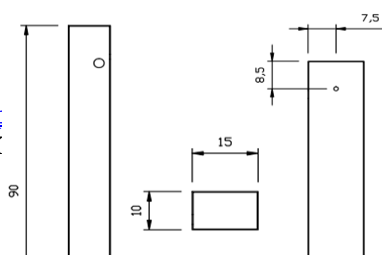
Sebagaimana dijelaskan dalam referensi bahwa, fenomena berkurangnya fluida yang menguap menyebabkan perpindahan panas kurang maksimum begitu pula saat pendingin yang dibuat terlalu berlebihan. Dan dampaknya begitu signifikan pada batas operasi dari pipa kalor [Ma, H. B. and Peterson, G. P4]. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi boiler antara lain mass flow, tekanan dan temperatur uap masuk boiler, serta tekanan dan temperatur uap keluar boiler [4].

2.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Skema alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Pembahasan hasil penelitian dalam publikasi ini akan menjelaskan karakteristik kinerja sistem kolektor solenoid melakukan kerja untuk menghasilkan energi panas penghangat sebagai pengganti bahan bakar gas LPG pada peternak ayam di masyarakat. Secara khusus penjelasan ini pada batas aspek karakteristik pembangkitan panas, Penyimpanan, pelepasan dan pengaturan stabilitas suhu panas keluaran dari kolektor solenoid.

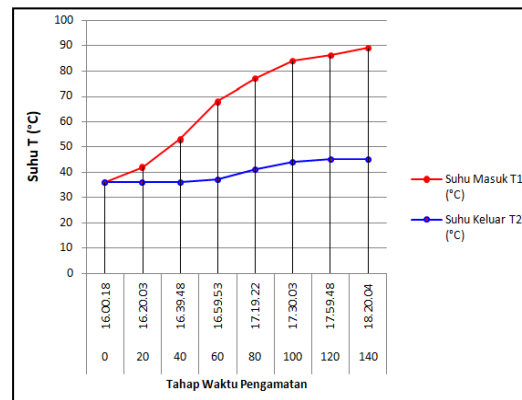
3.1. Pembangkitan Suhu Kolektor

Pada prinsipnya panas yang dibangkitkan dan disimpan di dalam kolektor solenoid merupakan efek proses konduktivitas pembakaran material tongkol jagung pada tungku boiler yang menyebabkan air di dalam kolektor menjadi panas. Pembangkitan panas pada tungku boiler hingga pada kolektor melalui beberapa tahapan proses *heat transfer* yaitu proses konveksi dari pembakaran pada badan kolektor, proses konduksi dari badan kolektor ke media air penyimpan, proses konduksi dari media air ke pipa solenoid, dan proses konveksi dari pipa solenoid ke udara yang dialirkan ke dalam pipa solenoid yang dilewatinya. Proses konduksi dan pembangkitan panas pada kolektor membutuhkan waktu selama 2,2 Jam untuk mencapai suhu maksimum 89 °C dengan perubahan rata-rata suhu sebesar 6,6 °C dari suhu awal 36 °C. Berikut data suhu dan waktu pembangkitan panas pada kolektor solenoid :

Tabel 1. Suhu Pembangkitan pada Kolektor :

Pembangkitan Suhu Pada Kolektor			
Tahapan Waktu (menit)	Waktu Pengamatan	Suhu Masuk T ₁ (°C)	Suhu Keluar T ₂ (°C)
0	16.00.18	36	36
20	16.20.03	42	36
40	16.39.48	53	36
60	16.59.53	68	37
80	17.19.22	77	41
100	17.30.03	84	44
120	17.59.48	86	45
140	18.20.04	89	45

Data Tabel 1 menjelaskan karakteristik pembangkitan panas kolektor dari tahap waktu 0 menit dengan suhu awal T₁ = 36 °C dan suhu keluaran T₂ = 36 °C. Menit ke 60 terjadi perubahan suhu T₁ dan T₂ yaitu 68 dan 37 °C. Kondisi ini masih kategori normal karena suhu keluaran T₂ masih dalam batas jarak suhu normal yang dibutuhkan ayam ternak. Pada menit ke 80 sampai dengan menit ke 140 terjadi peningkatan panas kolektor yaitu T₁ = 89 °C dan T₂ = 45 °C. Kondisi ini harus diperhatikan karena sudah masuk dalam zona merah atau zona yang harus di kontrol. Berikut grafik karakteristik zona normal dan zona merah :

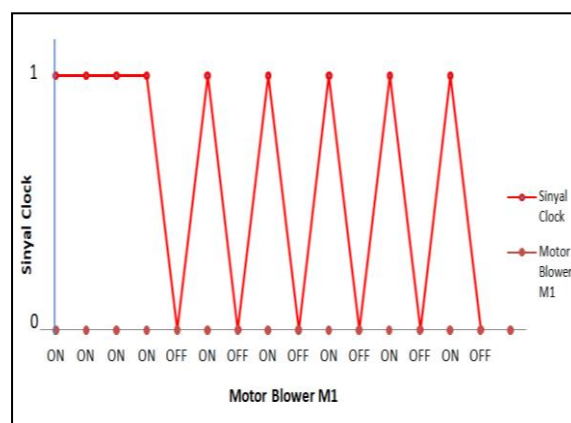


Gambar 6. Karakteristik suhu T₁ dan T₂.

Gambar 6 menjelaskan bahwa proses peningkatan suhu kolektor pada pembangkitan panas telah mencapai batas maksimum pada menit ke 140 dengan suhu masuk T₁ mencapai 89 °C dan suhu keluar T₂ sebesar 45 °C. Temperatur ini melebihi batas maksimum yang dibutuhkan maka harus dilakukan kontrol penstabil agar dampak yang ditimbulkan tidak akan berpengaruh terhadap suhu keluaran dari kolektor penyimpan panas untuk dimanfaatkan.

3.2. Kontrol Peningkatan Suhu

Suhu maksimum yang dibangkitkan dalam kolektor solenoid membutuhkan waktu 2,3 jam atau sekitar 140 menit. Suhu kolektor yang mencapai batas maksimum 89 °C pada dasarnya akan sejalan dengan peningkatan suhu keluaran kolektor. Sehingga kondisi ini harus diantisipasi agar tidak melebihi suhu penghangat dan tetap terjaga pada suhu normal. Antisipasinya adalah dengan mengontrol kisaran batas suhu yang dialirkan masuk ke dalam saluran pipa solenoid yaitu maksimum 45 °C. Berikut karakteristik kontrol motor penstabil :



Gambar 7. Sinyal kontrol motor

Berikut tabel penjelasan sinyal kontrol penstabil pada Gambar 7:

Tabel 2. Analogi Sinyal Kontrol Penstabil :

Karakterisitik Kontrol Suhu Terima Kolektor			
Motor <i>Blower M₁</i>	Waktu Set (detik)	Sinyal Clock	Suhu Keluar T ₂ (°C)
ON	ON	1	35
ON	ON	1	36
ON	ON	1	36
ON	ON	1	37
OFF	10	0	41
ON	10	1	41
OFF	10	0	41
ON	10	1	44
OFF	10	0	44
ON	10	1	44
OFF	10	0	45
ON	10	1	45
OFF	10	0	45
ON	10	1	45
OFF	10	0	45

Prinsip kontrol penstabil suhu pada Tabel 2 menjelaskan bahwa kerja motor blower M_1 sebagai penghembus udara ke dalam pipa solenoid akan tidak kontinyu atau terkonter. Maksudnya adalah motor akan ON dan akan OFF dalam selang waktu 10 detik yaitu 10 detik ON dan 10 detik OFF. Prinsip ini digunakan untuk mereduksi panas udara dalam pipa solenoid yang akan keluar dari kolektor untuk dimanfaatkan.

3.3. Pelepasan Suhu Kolektor

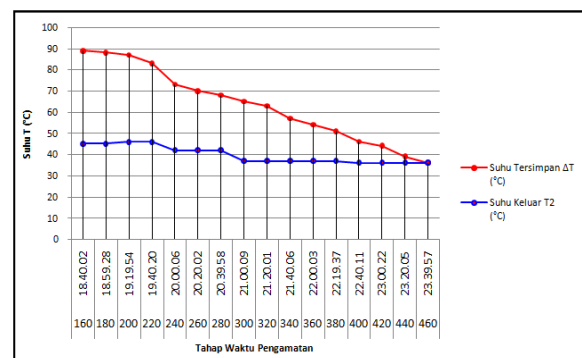
Setelah mencapai suhu maksimum kolektor sebesar 89 °C, maka secara alamiah suhu tersimpan ini akan mengalami penurunan atau pelepasan panas ke lingkungan. Kondisi ini akan seiring saat material bahan bakar tongkol di dalam tungku boiler telah habis dan proses pembakaran selesai. Begitu pula batas suhu maksimum yang diizinkan akan perlahan mengalami penurunan. Berikut data penurunan suhu tersimpan dalam kolektor :

Tabel 3. Suhu Kolektor dan Penurunan :

Tahapan Waktu (menit)	Waktu Pengamatan	Suhu Tersimpan ΔT ($^{\circ}C$)	Suhu Keluar T_2 ($^{\circ}C$)
160	18.40.02	89	45
180	18.59.28	88	45
200	19.19.54	87	46
220	19.40.20	83	46
240	20.00.06	73	42
260	20.20.02	70	42
280	20.39.58	68	42
300	21.00.09	65	37
320	21.20.01	63	37

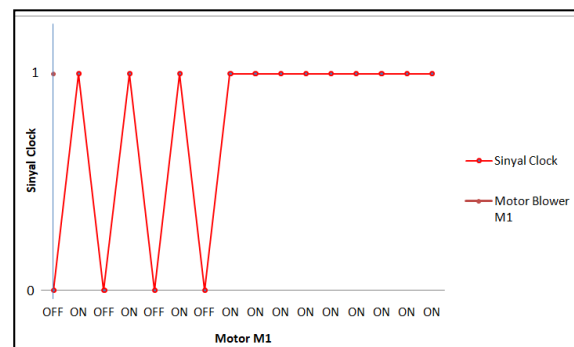
340	21.40.06	57	37
360	22.00.03	54	37
380	22.19.37	51	37
400	22.40.11	46	36
420	23.00.22	44	36
440	23.20.05	39	36
460	23.39.57	36	36

Data Tabel 3 menunjukkan perubahan penurunan suhu kolektor dari maksimum 89 °C menjadi 36 °C atau kembali pada kondisi suhu awal. Waktu yang dibutuhkan perubahan suhu maksimum ke suhu awal adalah sekitar 5 jam atau pada menit ke 460. Pada menit ke 160 sampai menit ke 280 merupakan zona dimana sistem kontrol penstabil dalam keadaan aktif atau sedang bekerja. Artinya proses kendali ON dan OFF motor blower M_1 masih dalam keadaan bekerja untuk kondisi penurunan suhu dalam selang waktu 140 menit atau sekitar 2,3 jam. Menit ke 300 sampai menit ke 460 sistem kontrol penstabil akan non-aktif atau tidak bekerja, artinya motor *blower* M_1 akan tetap ON. Berikut adalah karakteristik motor blower M_1 dalam keadaan aktif pada proses penurunan suhu kolektor :



Gambar 7. Karakteristik penurunan suhu kolektor

Pada Gambar 7 dapat diamati grafik penurunan suhu kolektor (garis merah) yang cenderung menurun dan grafik suhu keluaran (garis biru) yang relatif stabil. Daerah antara garis biru dan garis merah merupakan zona suhu yang masuk dalam fungsi kontrol untuk distabilkan. Berikut adalah karakteristik sinyal kontrol motor blower M_1 aktif selama zona penurunan :



Gambar 8. Karakteristik kontrol motor blower M₁.

Tabel 4 menjelaskan analogi kontrol motor penstabil bekerja.

Tabel 4. Analogi Sinyal Penstabil Suhu Menurun :

Pelepasan Panas Kolektor			
Motor BlowerM ₁	Waktu Set (detik)	Sinyal Clock	Suhu Keluar T ₂ (°C)
OFF	10	0	45
ON	10	1	45
OFF	10	0	46
ON	10	1	46
OFF	10	0	42
ON	10	1	42
OFF	10	0	42
ON	ON	1	37
ON	ON	1	37
ON	ON	1	37
ON	ON	1	37
ON	ON	1	37
ON	ON	1	36
ON	ON	1	36
ON	ON	1	36
ON	ON	1	36

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dapat dikutip kesimpulan dan saran hasil penelitian pada aspek karakteristik *heat collector* tipe solenoid celup adalah berikut ini :

4.1. Kesimpulan

Mengamati karakteristik fungsi kolektor solenoid dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Fungsi utama komponen kolektor tipe solenoid celup pada boiler penghangat adalah untuk menyimpan panas dan sebagai sumber panas boiler.
2. Kolektor solenoid tipe celup mampu menyimpan panas selama 7, 6 jam dengan capaian suhu maksimum 89 °C.
3. Proses pembangkit panas kolektor membutuhkan waktu 2,3 jam dan proses penurunan suhu dalam waktu 5,3 jam sampai pada suhu awal 36 °C.
4. Kisaran suhu maksimum untuk kontrol penstabil adalah 36-45 °C.
5. Kontrol penstabil bekerja pada kondisi zona kenaikan suhu dengan waktu 1,3 jam dan zona penurunan suhu dengan waktu 2,3 jam.

4.2. Saran

Kolektor panas tipe solenoid celup dapat dikembangkan dengan meningkatkan volume ruang kolektor sehingga kapasitas waktu penyimpanan dapat bertahan lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

Effendy, D. A. (2013). *Rancang Bangun Boiler Untuk Proses Pemanasan Sistem Uap Pada*

Industri Tahu Dengan Menggunakan Catia V5. Malang: Universitas Negeri Malang.

Ma, H. B. (1998). The Minimum Meniscus Radius and Capillary Heat Transport Limit in Micro Heat Pipes. *"J. Heat Transfer, 120*.

Putri, A. (2008). *Sistem Boiler*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ristyanto, A. N. (2013). Simulator Perhitungan Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang. *ejournals1.undip.ac.id/index.php/transient/article/view*.

Ruben Siregar, R. I. (2016, Oktober). Pengaruh Perpindahan Panas Pipa Kalor Pada Posisi Horizontal Volume. *FTEKNIK*, 3.

Sucipto, T. P. (2013, April). Analisa Konduktivitas Termal Baja St-37 dan Kuningan. *9 No. 1*, 13-17.

Sutikno, D. S. (2011). Study On Pressure Distribution In The Blade Passage Of The Francis Turbine. *Rekayasa Mesin*, 154-158.

Tourniera, J. M.-G. (1994, March). A heat pipe transient analysis model. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 37(pp. 5), 753-762.

Winanti, w. S. (2006). Perhitungan Efisiensi Boiler Pada Industri Industri Tepung Terigu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 58 - 65.

Yolanda Pravitasari, M. B. (2017). Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung. *Prisma Fisika, V, No. 01*, 09 – 12.

UJI KINERJA MESIN DIESEL GENERATOR MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR MODE SISTEM *DUAL FUEL SOLAR* DAN SYNGAS HASIL GASIFIKASI DARI TONGKOL JAGUNG

Romi Djafar¹⁾, Agus Sussanto Ginting²⁾

^{1,2} Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

Email: romidjafar@poligon.ac.id ¹⁾

ABSTRAK

Saat ini ketersediaan bahan bakar fosil semakin langka dan harganya semakin meningkat sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif yang sifatnya dapat diperbaharui. Sumber energi alternatif seperti biomasa dapat dikonversi menjadi *syngas* melalui proses gasifikasi untuk berbagai keperluan misalnya *Internal combustion engine* (ICE).

Penelitian ini mengaplikasikan *syngas* reaktor *downdraft* dari bahan bakar tongkol jagung untuk mesin diesel generator set. Tujuan penelitian adalah mengetahui performa reaktor gasifikasi, performa mesin diesel, dan mengetahui jumlah bahan bakar solar yang tergantikan dengan adanya penambahan *syngas*. Untuk mendapatkan hasil penelitian maka produser gas dilewatkan melalui saluran *inlet gas analyzer* yang beroperasi secara *real time* kemudian keluar menuju *intake manifold* mesin diesel. Adapun variasi pembebanan yang dilakukan adalah 200-2000 Watt pada interval 200 Watt dengan kecepatan konstan mesin diesel sebesar 1500 rpm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen *syngas* yang dihasilkan masing-masing konsentrasi adalah O₂ (10,2-26,7%), H₂ (7,9-13,6%), CH₄ (6,6-19,5%), CO (9,2-16,5%), CO₂ (6,3-14,5%), dan N₂ (59,8-43,3%). Efisiensi gas dingin gasifikasi diperoleh sebesar 35,5% dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1,22 kg/jam.kW. Sedangkan jumlah bahan bakar solar yang tergantikan dengan adanya penambahan *syngas* yaitu sebesar 47,4%. Secara menyeluruh efisiensi total sistem diperoleh sebesar 10,8%.

Kata kunci: Reaktor, *Dual Fuel*, *Syngas*. Efisiensi

ABSTRACT

Currently, fossil fuels is scarce and it's price is increased, so energy renewable sources alternative are needed. Actually energy sources such as biomass can be converted to *syngas* through a gasification process for various purposes, eg *Internal Combustion Engine* (ICE).

In this research, *downdraft* reactor *syngas* application from corncob fuel for diesel engine generator set. This study aimed to determine performance of gasification reactor, diesel engine, and determine amount of diesel fuel that was replaced by *syngas* addition. To get results of the research, gas producer is passed through inlet gas analyzer channel which operates in real time then exits to the diesel engine intake manifold directly. The generator load is varying between 200-2000 Watt intervals 200 Watt at with a constant speed at 1500 rpm.

The results showed that *syngas* components produced concentrations are O₂ (10.2-26.7%), H₂ (7.9-13.6%), CH₄ (6.6-19.5%) , CO (9.2-16.5%), CO₂ (6.3-14.5%) and N₂ (59.8-43.3%). Cold gasification efficiency at 35.5% with fuel consumption of 1.22 kg/hour.kW respectively. While a amount of diesel fuel replaced by *syngas* addition is 47.4% with overall system efficiency is 10.8%.

Keywords: Reactor, *Dual Fuel*, *Syngas*. Efficiency

3. PENDAHULUAN

Di Indonesia umumnya kebutuhan energi listrik di perkotaan disuplai oleh PLN yang berasal dari Pembangkit Listrik dengan bahan bakar fosil seperti batubara dan bahan bakar gas. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus telah memberikan berbagai dampak saat ini, seperti ketersediaannya semakin berkurang, harga dipasaran global terus meningkat serta polusi udara yang berasal dari debu dan asap pembakaran bahan bakar fosil tersebut. Salah satu upaya yang dapat

dilakukan untuk meminimalisir persoalan tersebut adalah teknologi gasifikasi biomasa sebagai alternatif yang cocok untuk diaplikasikan menggerakkan generator listrik.

Raman et al., 2018 melakukan desain pengembangan dan analisis performa sistem gasifikasi *dual chamber* untuk aplikasi pembangkit listrik yang bertujuan untuk mencari solusi berbagai hambatan mengenai kemurnian gas serta proses teknologinya melalui metode *dry cleaning* dan *water cooling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

jumlah tar yang diijinkan untuk mesin pembakaran mesin dalam adalah sebesar 100 mgNm^3 dengan efisiensi gas dingin sebesar 89%. Adapun rekomendasi penelitian kedepannya yaitu aplikasi produser gas untuk listrik skala yang lebih besar.

Metode menghilangkan tar dan berbagai hal lainnya Jena et al., 2018 menggunakan media filter untuk aplikasi *internal combustion* dengan mengatur parameter rasio ekivalen gasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk dapat menjalankan mesin maka kandungan tar sebesar 150 mgNm^3 . Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa metode menjernihkan produser gas dapat dilakukan dengan berbagai metode namun tidak dapat merubah komposisi dari *syngas* tersebut.

Rizkal dan Sudarmanta.,2016 melakukan eksperimen dengan proses pemasukan aliran *syngas* yang dihasilkan *downdraft municipal solid waste* (MSW) ke dalam saluran mesin *diesel generator set* secara langsung menggunakan sistem *mixer*. Tujuan penelitian untuk melihat seberapa besar jumlah bahan bakar yang digunakan saat menggunakan sistem *dual fuel*. Akan tetapi kajian tersebut tidak meneliti mekanisme *dual fuel* dengan penyimpanan terlebih dahulu pada tabung bertekanan.

Homdoun et al.,2015 melakukan investigasi mesin skala kecil hasil modifikasi menggunakan bahan bakar *syngas*. Modifikasi dilakukan terhadap suatu mesin diesel ke dalam model pengapian sistem injeksi sehingga bahan bakar menjadi 100% *syngas*. Mesin hasil modifikasi tersebut terhubung dengan *dynamometer* untuk mengetahui performa mesin berupa daya torsi, efisiensi dan konsumsi bahan bakar. Untuk mendapatkan hasil penelitian maka digunakan variasi putaran mesin. Namun hasil kajian tidak meneliti efek perubahan beban listrik.

Aplikasi untuk mesin pembakaran dalam selanjutnya yaitu studi eksperimen *downdraft gasifier* Ram et al., 2012 dengan dua laluan suplai udara pembakaran yang menghasilkan gas mampu bakar digunakan pada mesin diesel sistem *dual fuel* untuk menghasilkan energi listrik.

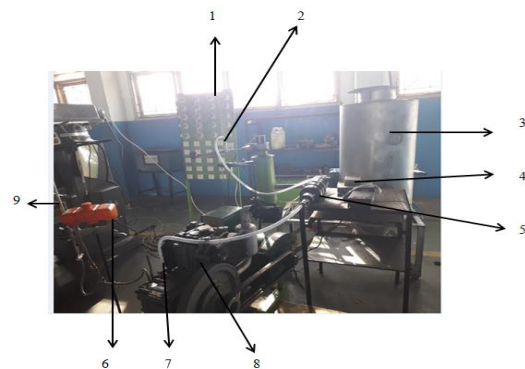
Penelitian lain dilakukan oleh Chaves et al., 2015 tentang *small-scale power generation analysis downdraft gasifier coupled to engine generator set*. Tujuan utama penelitian adalah memberikan kontribusi terhadap energi listrik dengan metode tekno analisis mengenai pembangkit skala kecil dari bahan bakar limbah kayu untuk menghasilkan *syngas* yang dihubungkan sebuah unit *generator set*. Hasil kajian menyimpulkan bahwa efisiensi rata-rata *downdraft gasifier* sebesar 60-70% dengan efisiensi total sistem terendah antara 4.5-17%.

Berdasarkan literatur sebelumnya maka tujuan penelitian ini adalah aplikasi *syngas downdraft gasifier* menggunakan bahan bakar tongkol jagung yang diintegrasikan langsung ke mesin diesel menjadi sistem *dual fuel solar-syngas*.

Tujuan utama penelitian adalah mengetahui seberapa besar penghematan bahan bakar solar ketika adanya penambahan *syngas* dalam mesin diesel.

1.1 Model downdraft Gasifier

Penelitian ini dilakukan menggunakan reaktor gasifikasi biomassa tipe *downdraft* dengan dua laluan udara yang dilakukan oleh Djafar dan Darise.,2018. Adapun spesifikasi reaktor gasifikasi memiliki ukuran tinggi 115cm dan diameter sebesar 50cm. Sedangkan diameter *throat* sebesar 15cm. Ketebalan bahan yang digunakan adalah 2 mm dari material *galvanis steel*. Kemudian Untuk mereduksi panas yang keluar dari dalam reaktor dipasang isolasi dari bahan *glasswall*. Sedangkan indikator suhu dipasang termokopel tipe K sebanyak 5 titik dipasang sepanjang ketinggian reaktor T1 zona *drying*, T2, T3, zona pirolisis, T4 zona oksidasi, dan T5 zona reduksi. Skema alat uji pada Penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Integrasi Reaktor Downdraft dengan Generator Set

Keterangan:

- | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| 1. Papan Listrik Uji beban | 2. Gas outlet reaktor Gasifikasi | 3. Unit Reaktor Gasifikasi Downdraft | 4. Alat baca Suhu Termokopel | 5. Data Logger | 6. Tanki Bahan Bakar Solar | 7. Syngas masuk Intake manifold mesin Deisel | 8. Mesin Diesel Kubota RD 85 | 9. Buret Pyrex Glass 25 ml |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|--|------------------------------|----------------------------|

1.2 Diesel Generator Set

Reaktor *downdraft* pada Gambar 1 akan memproduksi gas mampu bakar kemudian kopel secara langsung pada mesin diesel yang akan memutar generator listrik, selanjutnya putaran mekanik dikonversi menjadi energi listrik menyalakan lampu pada papan kontrol percobaan. Adapun spesifikasi generator adalah generator (Yasuka) dengan daya 5 kW pada putaran 1500 rpm.

1.3 Langkah-Langkah Pengujian

Proses pengujian dapat berlangsung dengan baik maka terlebih dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan biomassa berupa tongkol jagung sebagai bahan bakar berdasarkan pengukuran menggunakan *moisture meter* sebesar 13%.
2. Pemeriksaan kondisi reaktor mulai dari kebersihannya, pengecekan bagian kelengkapan hingga reaktor dipastikan dapat berfungsi dengan baik.
3. Masukkan bahan bakar tongkol jagung sampai batas *nozzle*, selanjutnya dilakukan penyalaan awal dibantu dengan kertas yang dicelupkan pada solar untuk mempermudah *start-up*.
4. Kemudian atur kecepatan udara yang disuplai oleh *blower* dengan mengatur katup (*full open*) yang terpasang dipipa/*nozzle* di luar reaktor sesuai ukuran bukaan katup yang dibutuhkan.
5. Lakukan *start up* penyalaan api dalam reaktor
6. Apabila api sudah menyala dengan temperatur diatas 300°C selanjutnya reaktor di isi penuh (5kg/*batch*) kemudian *hopper inlet* ditutup rapat.
7. Ketika kondisi sudah *steady* maka selanjutnya mesin diesel dihidupkan kondisi standar.
8. Lakukan pengaturan kecepatan mesin sebesar 1500 rpm
9. Lakukan integrasi *syngas* dengan saluran *intake manifold* mesin diesel
10. Lakukan variasi pembebanan dengan interval 200 watt.

4. Kajian Pustaka

Gasifikasi secara bahasa dapat diartikan sebagai pembuatan gas. Secara definisi yang sebenarnya, gasifikasi adalah proses konversi energi dari bahan bakar yang mengandung karbon (padat ataupun cair) menjadi gas yang disebut *producer gas* dimana gas tersebut memiliki nilai bakar dengan cara oksidasi parsial pada temperatur tinggi. Produk luaran gasifikasi yang telah dimurnikan adalah terdiri dari campuran karbon monoksida (CO), hydrogen (H₂) dan metan (CH₄) yang disebut *syngas* dan pengotor inorganik seperti NH₃, HCN, H₂S, debu halus serta pengotor organik yaitu kandungan tar. Komposisi gas ini sangat tergantung pada komposisi unsur dalam biomassa baik bentuk, ukuran partikel biomassa, serta kondisi-kondisi proses gasifikasi.

Secara umum terdapat 4 proses gasifikasi yaitu pengeringan, pirolisis, pembakaran dan reduksi.

- a. *Drying* atau pengeringan proses *drying* dilakukan bertujuan agar mengurangi kadar air (*moisture content*) yang terkandung di dalam biomassa dan semaksimal mungkin kandungan air tersebut hilang. Pada proses *drying* temperatur berkisar antara 100-300°C.
- b. Pirolisis terjadi ketika biomassa mulai mengalami kenaikan temperatur kisaran suhu antara 250-700°C. Pada tahap ini *volatile* yang terdapat pada biomassa terlepas dan

menghasilkan arang. Tahap pirolisis merupakan reaksi *endothermic* yang panasnya diperoleh dari oksidasi. Hasil pirolisis ada tiga jenis yaitu (H₂, CO, CO₂, H₂O, dan CH₄), tar, dan arang.

- b. Oksidasi atau proses pembakaran. Oksidasi atau pembakaran merupakan reaksi yang penting terjadi di dalam reaktor akan mengalami proses oksidasi parsial, dimana proses ini merupakan proses eksoterm yang melepas sejumlah panas pada interval suhu diatas 900°C.
- c. Proses reduksi. Proses reduksi merupakan tahapan gasifikasi yang melibatkan suatu rangkaian *endothermic*. Proses *reduksi* gas CO₂ dan H₂O ini terjadi pada interval suhu 400-900°C. Reduksi gas CO₂ melalui reaksi kesetimbangan *boudouard equilibrium reaction* dan reduksi gas H₂O melalui reaksi kesetimbangan *water gas reaction*, dimana reaksi tersebut secara dominan dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

2.1. Prinsip Kerja Sistem Dual Fuel

Sistem *Diesel Dual Fuel* (DDF) adalah mesin diesel standar yang ditambahkan bahan bakar lain pada *intake manifold* dengan udara di dalam silinder mesin, baik diinjeksikan secara langsung maupun menggunakan *mixer* dengan penyalaan bahan bakar solar yang disebut *pilot fuel*. Bahan bakar ganda yang dapat digunakan seperti *solar-syngas* memiliki kelebihan seperti menghemat konsumsi dan biaya penggunaan solar sebagai bahan bakar. Biaya modifikasi mesin relatif lebih murah dibanding mengkonversi mesin gas (*gas engine*). Lebih jauh lagi aplikasi *syngas* dengan sistem *dual fuel* pada mesin diesel sangat ekonomis karena bahan baku bersumber dari biomassa, ramah lingkungan dan dapat meningkatkan efisiensi mesin, Azomiv et al., 2011.

2.2. Pengaturan Parameter Gasifikasi

Parameter penting operasi gasifikasi seperti ekuivalen rasio (ER), *Air Fuel Ratio* (AFR) aktual menggunakan pola pengaturan operasi *gasifier* yang dilakukan pada penelitian sebelumnya Djafar dan Darise 2018 yaitu kecepatan udara 15 m/s pada AFR 1.8 dan ER 0.25 serta laju konsumsi bahan bakar 1.7 kg/Jam. Parameter-parameter tersebut sangat penting dilakukan untuk menjamin gas mampu bakar yang dihasilkan *gasifier* benar-benar berkualitas dan tidak merusak komponen-komponen penting pada mesin diesel.

2.3. Evaluasi Gasifikasi Tongkol Jagung

Proses gasifikasi tongkol jagung dilakukan pada reaktor *downdraft* yang kondisi adiabatik. Adapun hasil pengujian nilai kalor *lower heating value* (LHV) tongkol jagung sebesar 10.85 MJ/kg (Rizkal Sudarmanta 2016). Sedangkan *higher*

heating value (HHV) menggambarkan kapasitas energi maksimum yang diperoleh melalui proses pembakaran (persamaan 1). Untuk menghitung efisiensi gasifikasi biomassa dapat ditentukan dari perbandingan energi yang terkandung dari *syngas* dengan energi yang terkandung dalam biomassa persamaan 2.

$$\text{LHV} = \text{HHV} - (\text{C}) \cdot [\text{W} + (0.09\text{H}) \cdot (1-\text{W})] \quad (1)$$

$$\eta_G = \frac{\text{LHV}_G \cdot (\bar{Q}_G)}{\text{LHV}_M \cdot (\dot{W}_m)} \% \quad (2)$$

Secara umum *lower heating value* gas (LHVg) dari reaktor *dawn draft* berkisar 4-6 MJ.N.m³ (Martínez et al.,2012) maka untuk menentukan efisiensi gas dingin gasifikasi (η_G) pada penelitian ini adalah 4.5 MJ.Nm⁻³. Hal ini relevan dengan penelitian Martínez et al., dan Galindo et al.,2014 yang berkaitan dengan *downdraft* dua laluan udara. Sedangkan *flow rate* ($\bar{Q}_G$) *syngas* sebesar 14.3 N.m³h⁻¹ chaves et al.,2016 yang nilainya relevan dengan penelitian yang dilakukan Boloy et al.,2011.

2.4. Analisis Mesin Diesel Generator Set

Dalam pengujian mesin diesel menggunakan bahan bakar sistem *dual fuel*, putaran mesin juga dijaga konstan pada 1500 rpm kemudian dilakukan variasi pembebanan listrik pada interval 200watt. Analisis yang berkaitan dengan mesin generator set maka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yaitu jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam) berbanding dengan daya yang dihasilkan (kW) dalam persamaan 3.

$$\text{SFC} = M_f / N_e \quad (3)$$

M_f = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)
 N_e = Daya yang dihasilkan (kW)
 SFC = *specific fuel consumption* (kg/jam.kW)

Performa *gasifier engine system* adalah diukur dari rasio energi listrik yang dibangkitkan dengan energi *input* yang dihasilkan dari mesin diesel dan bahan bakar biomassa yang disebut total efisiensi sistem Galindo et al., 2014 yang ditunjukkan pada persamaan 4 sebagai berikut.

$$\eta_o = \text{Pe} / (\text{md} \cdot \text{Hd} + B_{FR} \times \text{HHVb} / 3.6) \times 100 \%$$

Pe = Daya yang dihasilkan (kW)
 Vpg = *Flowrate gas* (m³/jam)

B_{FR} = *Biomassa Feed rate* (kilogram/jam)
 Hd = *Heating value* (44.8 MJ/kg)
 Md = *Diesel Fuel Comsumption* (mm/second)
 LHVb = *Heating value biomassa* (Mj/kg)
 LHVg = *Low heating value gas* (MJ/m³)

3. Pembahasan Hasil Penelitian

Untuk mendapatkan tujuan penelitian maka dilakukan dua tahapan percobaan pengujian sebagai berikut.

a. Pengujian reaktor gasifikasi

Sebelum dilakukan integrasi *syngas* ke sistem *dual fuel* mesin diesel generator maka terlebih dahulu *set-up gasifier* yaitu menggunakan bahan baku tongkol jagung sebanyak 5 kg, ekuivalen rasio (ER) 0.25 dengan kecepatan udara 10 m/s untuk sekali pengujian (*batch*). Produser gas berupa CO, CH₄, H₂ dan CO₂ dapat ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Komposisi Gas Hasil Penelitian

Komposisi Gas rata-rata (%)	H ₂	O ₂	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂
	7.9	10.3	13.2	11.03	14.1	43.3
Ekuivalen Rasio	0.25					
Laju Udara	10 m/s					

Komposisi produser gas yang terdapat pada Tabel 1 merupakan persentase (%) rata-rata selama satu jam pengujian yang terbaca pada *gas analyzer* secara *real time*. Berdasarkan hasil pengujian maka *gas analyzer* dapat mengukur H₂, O₂, CH₄, CO, dan CO₂ % by volume. Sedangkan nitrogen (N₂) ditentukan dari pengurangan semua komponen-komponen dari 100% dengan asumsi terdapatnya gas-gas lain diabaikan. Selama proses pengujian *syngas* pada sistem *dual fuel* diperoleh beberapa kondisi persentase komposisi gas yang fluktuatif dengan interval yang cukup signifikan misalnya berturut-turut konsentrasi O₂ (10,2-26,7%), H₂ (7,9-13,6%), CH₄ (6,6-19,5%), CO (9,2-16,5%), dan konsentrasi CO₂ (6,3-14,5%). Hasil ini berkorelasi dengan literatur Jena et al.,2018 yaitu ketika *gasifier* beroperasi pada ER 0.2-0.4 dihasilkan interval suhu reaktor antara 650-900°C. Sedangkan persentase konsentrasi dari *syngas* yang dihasilkan memiliki nilai yang variatif yaitu disaat persentase CH₄, CO dan CO₂ meningkat maka nilai O₂ dan H₂ mengalami penurunan. Hal lain yang dapat diamati bahwa ketika suhu reaktor semakin meningkat yaitu sekitar 900°C maka tren H₂ relatif konstan tetapi Produksi CH₄ dan CO₂ semakin kecil akibat reaksi *endothermic* semakin dominan terjadi di dalam reaktor.

3.1. Efisiensi Gasifikasi *downdraft Double Stage*.

Efisiensi termal gasifikasi biomassa sering diukur sebagai efisiensi gas dingin ($\dot{\eta}_{cold\ gas\ efficiency}$). Dalam efisiensi gas dingin produk dari LHV gas dan laju volumetrik gas yang dihasilkan dianggap sebagai *output* termal *gasifier*. Dengan mengetahui nilai kalor bawah tongkol jagung maka nilai kalor atas (HHV) dapat ditentukan sebesar 12.5 Mj/kg (Persamaan 1). Sedangkan hasil perhitungan didapatkan efisiensi gas dingin dari reaktor *downdraft* adalah sebesar 35.5% (persamaan 2).

3.2. Proses Pengujian Mesin Diesel Sistem *Single Fuel*

Pengujian mesin diesel sistem *single fuel* atau kondisi standar yaitu menggunakan bahan bakar solar. Pada penelitian digunakan 1 liter bahan bakar solar dimana putaran mesin dijaga konstan pada 1500 rpm kemudian dilakukan variasi tanpa pembebanan dan menggunakan pembebanan antara 200-2000 watt pada interval 200 watt. Hal ini bertujuan adalah untuk melihat seberapa besar bahan bakar yang dikonsumsi mesin diesel dalam setiap menitnya dan akan dicatat setiap penambahan beban listrik. Hasil ini akan digunakan sebagai perbandingan pada sistem *dual fuel*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Mesin Diesel *Single Fuel*

Konstan	Sistem	Variasi pembebanan											Satuan	Waktu (Detik)
		0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	Watt (W)	
1500 Rpm	Single Fuel	3.5	4	4	4.6	4.75	4.85	5	5.35	5.5	5.87	6.75	Milli Liter (ml)	60

Tabel 2 menunjukkan variasi pembebanan listrik pada interval 200 watt untuk kecepatan putar mesin 1500 rpm dengan interval waktu 1 menit setiap variasi pengujian. Adapun rata-rata konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan mesin diesel setelah dilakukan pembebanan adalah sebesar 4.85 ml/menit. Sedangkan tanpa pembebanan sebesar 3.5 ml/menit atau kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 27.8% setelah terjadi pembebanan.

3.3. Proses Pengujian Mesin Diesel Sistem *Dual Fuel*

Pada proses ini merupakan aplikasi *syngas* untuk menggerakkan generator set menghasilkan energi listrik. Proses variasi sama dengan sistem *single fuel*. Adapun hasil data penelitian ditunjukkan pada Tabel 3 Sebagai berikut.

Konstan	Sistem	Variasi pembebanan												Satuan	Waktu (Detik)
		0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	Watt (W)		
1500 Rpm	Single Fuel	3.5	4	4	4.6	4.75	4.85	5	5.35	5.5	5.87	6.75	Milli Liter (ml)	60	
	Dual Fuel	2	1	1.25	1.37	1.5	2.37	2.5	2.87	3	3.12	40			

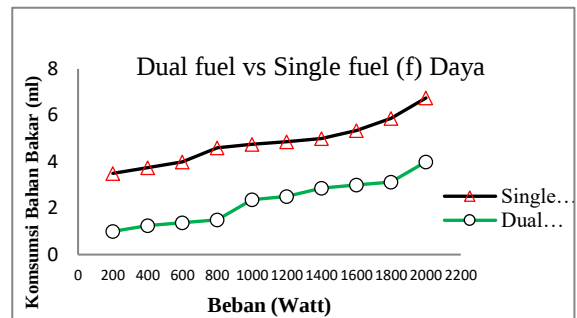
Data pengujian yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan jumlah konsumsi bahan bakar hasil pengujian, dimana rata-rata konsumsi bahan bakar adalah 2.29 ml/menit

3.4 Analisis Performa Mesin Diesel Generator

Beberapa performa mesin diesel yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar *Single Fuel* dan *Dual Fuel*.

Perbandingan konsumsi bahan bakar untuk melihat seberapa besar jumlah bahan bakar yang tersubstitusi dengan adanya penambahan bahan bakar berupa *syngas* untuk menggerakkan energi listrik. Hasil perbandingan dapat ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Perbandingan *single fuel* dengan *dual fuel*

Berdasarkan hasil pengujian diketahui pengaruh *syngas* terhadap konsumsi bahan bakar mesin diesel. Adapun *single fuel* dengan adanya penambahan beban listrik maka jumlah konsumsi bahan bakar juga semakin bertambah. Dimana pada pembebanan 200 watt diperlukan 3.5ml solar sedangkan pada pembebanan maksimal yaitu 2000 Watt dibutuhkan 6.75ml solar. Sedangkan sistem *dual fuel* jumlah konsumsi bahan bakar pada pembebanan 200 watt diperlukan solar sebesar 1 ml. Sementara pada beban tertinggi yaitu 2000 watt dibutuhkan solar 4 ml/menit. Hasil grafik pada Gambar 1 sudah bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan Rizkal dan Sudarmanta, (2016) dimana didapatkan nilai laju energi pada pengoperasian *dual fuel* lebih tinggi dibandingkan pengoperasian *single fuel*. Hal ini disebabkan untuk setiap siklus pada setiap daya yang sama maka adanya penambahan gas menyebabkan proses pencampuran bahan bakar menjadi lebih baik, sehingga untuk setiap siklus yang sama kebutuhan energi yang digunakan untuk proses pembakaran menjadi lebih baik untuk pembebanan yang sama pada setiap

siklusnya. Adapun persentase bahan bakar yang tersubstitusi adalah 47.4% dari kondisi standar.

b. Analisis Mesin Diesel Generator Set; Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

Pada umumnya sistem gasifikasi yang *produser* gasnya yang diintegrasikan dengan mesin sistem pembakaran dalam memiliki *flow rate* syngas $14.3 \text{ N m}^3\text{h}^{-1}$. Sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik pada penelitian ini didapatkan nilai sebesar 1.22 kg/jam.kW (Persamaan 2). Umumnya SFC dipengaruhi energi potensial dan campuran *produser* gas sebagai fungsi beban generator yang diberikan.

b. Efisiensi Total Sistem Mesin Generator Set

Performa mesin generator umumnya dipengaruhi oleh efisiensi termal mesin. Untuk konversi daya mekanik menjadi daya listrik yang dikopel dengan generator efisiensi tertinggi sebesar 95%. Saat adanya peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik maka efisiensi generator set mengalami penurunan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka efisiensi total sistem pada penelitian ini adalah sebesar 10.8% (persamaan 4). Hasil ini berkorelasi dengan penelitian Boloy et al., 2011 yang menghasilkan efisiensi *downdraft* yang dikopel dengan mesin generator sebesar 12.8-13.5% pada beban maksimum.

4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut:

a. Kesimpulan

1. Komponen *syngas* yang dihasilkan masing-masing komponen berupa O_2 (10,2-26,7%), H_2 (7,9-13,6%), CH_4 (6,6-19,5%), CO (9,2-16,5%), konsentrasi CO_2 (6,3-14,5%), dan N_2 (59,8-43,3%)
2. Efisiensi gas dingin gasifikasi diperoleh sebesar 35.5% dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1.22 kg/jam.kW .
3. Konsumsi bahan bakar mode *single fuel* pada beban minimal sebesar 3.5 ml/menit dan pembebanan maksimal sebesar 6.75 ml/menit. Sedangkan sistem *dual fuel* pada beban minimal sebesar 1 ml/menit dan pada beban maksimal sebesar 4 ml/menit. Dengan persentase bahan bakar solar yang tersubstitusi sebesar 47.4 %.
4. Efisiensi total sistem sebesar 10.8%

b. Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan optimasi efisiensi reaktor gasifikasi *downdraft*.

Daftar Pustaka

- Raman, N.K. Ram*, Gupta. Energy 54 (2013) A dual fired downdraft gasifier system to produce cleaner gas for power generation: Design, development and performance analysis. Elsevier. Energy 170
- Jena^{1*}, M Shyam² and Joshi^{3..} Tar and Particulate Matters Removal from Producer Gas by using Oily Organic Filter Media. Environmental Science.11(1) 33-44
- Rizkal Sudarmanta (2016). Karakterisasi Unjuk Kerja Diesel Engine Generator Set Sistem Dual Fuel Solar-Syngas Hasil Gasifikasi Briket Municipal Solid Waste (MSW) Secara Langsung. JURNAL TEKNIK 2337-3539.
- Homdoun¹, Tippayawong ^{1,*} and Dussadee². (2015) Performance investigation of a modified small engine fueled with producer gas. Maejo Int. J. Sci. Technol.
- Nhuchhen & Salam (2012) Experimental study on two-stage air supply downdraft gasifier and dual fuel engine system. Biomass Conv. Bioref 2:159–168
- Chaves^a, M.J Silva^b, S.M.N de Souza^c D Secco^c, H.A Rosa^{c,n}, C.E.C and Nogueira^c E.P Frigo ^{b,d} (2016). Small-scale power generation analysis: Downdraft gasifier coupled to engine generator set. Renewable and Sustainable Energy Reviews 58 - 491–498.
- Djafar dan Darise. (2018). Pengaruh jumlah aliran udara terhadap nyala api efektif dari reaktor gasifikasi biomassa tipe fixed bed downdraft menggunakan bahan bakar tongkol jagung. JTech 6(2), 94 – 100.
- Azimov*, E.Tomita¹, Kawahara², Yuji Harada³. (2011) Effect of syngas composition on combustion and exhaust emission characteristics in a pilot-ignited dual-fuel engine operated in PREMIER combustion mode. International Journal
- Martínez a,b, J.D Mahkamov c,*, Rubenildo V. Andrade b , E.E.S Lora b (2012). Syngas production in downdraft biomass gasifiers and its application using internal combustion engines. Renewable Energy 38 1-9-
- Galindo AL, Lora ES, Andrade RV, Giraldo SY, Jaén RL, Cobas VM (2014). Biomass gasification in a downdraft gasifier with a two-stage air supply: effect of operating conditions on gas quality. Biomass Bioenergy;61:236–44
- Boloy RAM, JL Silveira, Tuna CE, C.R and JS Antunes. (2011) Ecological impacts from syngas burning in internal combustion

- engine: technical and economic aspects. *Renew Sustain Energy*;15:5194–201.
- Roy P.C a, A. Datta b, and Chakraborty (2013) An assessment of different biomass feedstocks in a downdraft gasifier for engine application. *Fuel* 106-864–868.

**VARIASI BINDER PATI SAGU DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK KUNYIT
(*Curcuma domestica*) PADA PEMBUATAN MI SAGU (*Metroxylon sagu*) KERING**
(The binder variation of sago starch with the addition of turmeric extract (*Curcuma domestica*)
in making sago (*Meytroxylon sagu*) dried noodle)

Adnan Engelen¹⁾ dan Nurhafnita²⁾

^{1,2}Politeknik Gorontalo

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian,
Jl. Muchlis Rahim, Desa Panggulo Barat, Kecamatan Botupingge,
Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo
Email: adnanengelen@poligon.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi binder pati sago dengan penambahan ekstrak kunyit pada pembuatan mi sago kering. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Gorontalo. Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan: 1) penentuan konsentrasi binder pati sago tergelatinisasi, 2) penentuan konsentrasi ekstrak kunyit, 3) dan penentuan pengeringan terbaik mi sago kering. Parameter yang akan diuji adalah analisis kadar air, *cooking loss*, analisis warna, analisis kekerasan dan kelengketan, analisis sensori dengan uji rating hedonik serta analisis aktivitas antioksidan metode DPPH. Konsentrasi perbandingan binder dan pati sago adalah 20% binder dari berat pati (200g) berbanding 150 mL air. Konsentrasi perbandingan terbaik antara kunyit dengan air yang digunakan adalah 1,5 g kunyit berbanding 15 mL air. Kadar air target (10%) dapat dicapai pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dengan lama pengeringan 163 menit, 155 menit, dan 142 menit. Nilai parameter organoleptik tertinggi adalah pada suhu 70°C dengan lama pengeringan 150 menit. Nilai *cooking loss* pada produk mi sago kering yang memenuhi syarat mutu 1 (suhu 70°C dan 80°C dengan lama pengeringan 180 menit) adalah 8,23% dan 13,30%. Adapun kisaran nilai °hue adalah 84,63-91,35. Adapun nilai kekerasan 6502,25 gf, kelengketan -3068 gf, dan nilai IC50 yang terendah adalah 12,22.

Kata kunci : *mi, sago, kunyit, pewarna alami, antioksidan*

ABSTRACT

The aim of this study was to determine variations of sago starch binders by adding turmeric extract in the manufacture of dried sago noodles. The research was carried out at the Gorontalo Polytechnic Agricultural Product Technology Laboratory. This research consisted of three stages; 1) determining the concentration of gelatinized sago starch binder, 2) determining the concentration of turmeric extract, 3) and determining the best drying of dried sago noodles. The parameters to be tested were water content analysis, cooking loss, color analysis, hardness, and adhesiveness analysis, sensory analysis with hedonic rating test and analysis of the antioxidant activity of DPPH method. The concentration ratio of binder and sago starch was 20% binder of starch weight (200g) versus 150 mL of water. The best concentration between turmeric and water used was 1.5 g turmeric versus 15 mL of water. Target water content (10%) could be achieved at 60° C, 70° C, and 80° C with 163 minutes, 155 minutes and 142 minutes drying time. The highest organoleptic parameter values were at a temperature of 70 ° C with a drying time of 150 minutes. The value of cooking loss in dried sago noodles that meet quality requirements 1 (temperature 70° C and 80° C with 180 minutes drying time) was 8.23% and 13.30%. The range of ° hue values was 84.63-91.35. The hardness value of 6502.25 gf, adhesion -3068 gf, and the lowest IC50 value was 12.22.

Keywords: *mi, sago, turmeric, natural dyes, antioxidant*

1. PENDAHULUAN

Salah satu makanan di Indonesia yang paling disukai dan telah menjadi makanan pokok selain nasi adalah mi. tepung terigu (gandum) merupakan bahan pangan yang masih diimpor yang dijadikan bahan baku mi hingga saat ini (Engelen *et al.* 2015; Safriani. *et al.* 2013). Pengembangan produk berupa mi berbasis bahan pangan lokal perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan impor. Pati sagu yang diolah untuk produksi mi pati adalah salah satu bentuk pemanfaatan sumber bahan lokal (Hariyanto 2011; Singhal *et al.* 2008; Sugiyono *et al.* 2009; Purwani *et al.* 2006)

Potensi lokal yang besar untuk dikembangkan adalah sagu (*Metroxylon sagu*) (Widayanti. *et al.* 2016; Engelen *et al.* 2015; Ruku 2009; Jong. & Widjono 2007). Sekitar 50% tanaman sagu dunia atau 1.128 juta ha tumbuh di Indonesia (Nasir 2013; Alfons & Rivaie 2011). Produktivitas sagu mencapai 25 ton/ha/tahun (Sumaryono, 2007). Pada umur 10-15 tahun, sagu mempunyai kemampuan memproduksi pati secara terus-menerus (Ruku 2009; Jong. & Widjono 2007).

Mi sagu yang diproduksi di masyarakat pada umumnya mi sagu yang belum dikeringkan yang memiliki warna gelap dan tidak tahan lama. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan pengolahan variasi binder pati sagu untuk pembuatan mi sagu dengan penambahan ekstrak kunyit dan perlakuan pengeringan sehingga dapat dilihat warna mi yang disukai oleh konsumen. Mi sagu kering yang memiliki mutu fisik yang baik adalah salah satu solusi agar mi sagu dapat tahan lama seperti mi terigu. Dalam penelitian ini dilakukan variasi *binder* pati sagu atau pati yang dimasak agar tergelatinisasi dengan penambahan ekstrak kunyit sebagai pewarna alami. Ekstrak kunyit dan penentuan pengeringan pada mi sagu ini diharapkan mampu memperbaiki warna gelap mi sagu dan meningkatkan umur simpan mi sagu yang dihasilkan. Analisis fisik dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar air, *cooking loss*, analisis warna, kekerasan, dan kelengketan mi sagu dan uji organoleptik (*rating hedonic*) terhadap atribut warna, aroma, tekstur, dan overall dilakukan untuk mengetahui penerimaan konsumen serta analisis aktivitas antioksidan untuk mengetahui seberapa kuat kandungan antioksidan yang terdapat pada mi sagu dengan penambahan ekstrak kunyit.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – Agustus 2019 di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Kampus Politeknik Gorontalo.

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah mi sagu yang berasal dari pasar sentral di Kota Gorontalo. Bahan tambahan yang digunakan dalam proses pembuatan mi sagu kering adalah *glyserol monostearate* (GMS), air, larutan 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH). Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah oven pengering, cetakan mi, *colorimeter* AMT-501, *spektrofotometer* UV-VIS Shimadzu, alat pengukus, timbangan analitik, cawan porselin, dan peralatan gelas. Oven pengering berbentuk persegi dengan ukuran 100 cm x 100 cm.

2.3. Rancangan Penelitian

Pembuatan mi sagu terdiri atas 3 tahapan yaitu 1) penetapan konsentrasi antara pati sagu, air dan GMS, 2) penetapan konsentrasi ekstrak kunyit, 3) pengeringan mi sagu.

2.4. Penetapan konsentrasi antara pati sagu, air, dan GMS

Mi sagu dibuat dengan *trial* dan *error* yaitu dengan cara memasak *binder* pati sagu (10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80% dari berat pati) dan GMS (4,5% dari berat pati) dalam air mendidih (140 mL; 150 mL; 160 mL; 170 mL; 180 mL; 190 mL; 200 mL; 210 mL) sampai tergelatinisasi sempurna. Pati yang tergelatinisasi sempurna dicampur dengan pati sagu kering yang masih tersisa (200 g) hingga diperoleh adonan yang kalis. Selanjutnya, adonan dicetak dengan alat pencetak mi. Helaian mi yang keluar dari cetakan dikukus selama 2 menit. Penelitian diatas berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Wahyudi & Kusningsih 2008; Purwani *et al.* 2006; Widaningrum *et al.* 2005) bahwa pembuatan mi sagu kering dengan cara memasak pati sagu sebanyak 10% dari berat pati dalam air 150 mL. Penambahan GMS dilakukan berdasarkan penelitian (Engelen *et al.* 2015) yang membuat mi sagu kering optimasi dengan penambahan GMS 4,5% dari berat pati.

2.5. Penetapan konsentrasi ekstrak kunyit

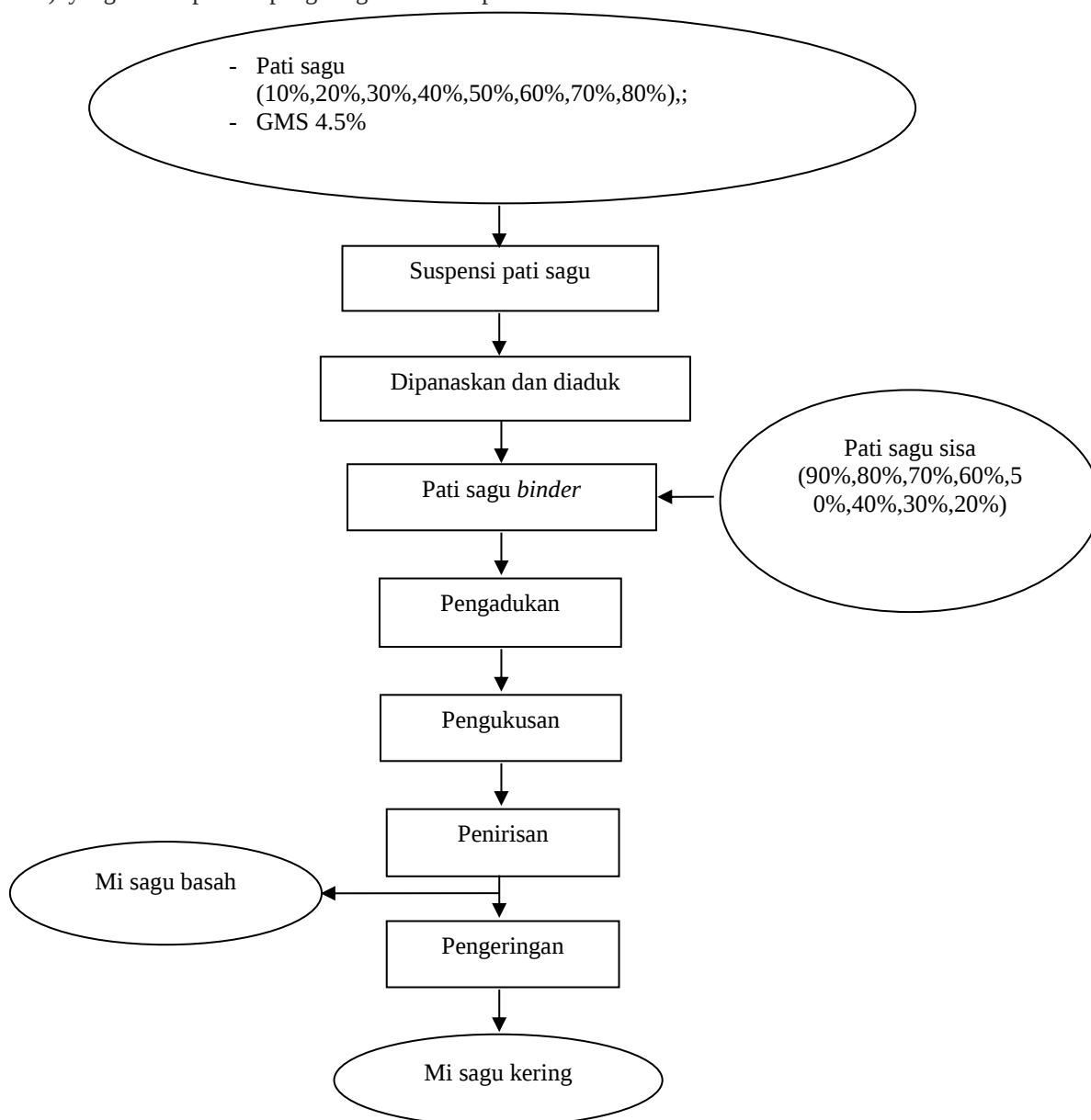
Konsentrasi ekstrak kunyit ditambahkan ke dalam konsentrasi terbaik dari tahapan pertama. Perbandingan konsentrasi ekstrak kunyit berdasarkan penelitian (Budiyanto 2013) yang membuat produk mi sagu dengan perbandingan terbaik antara ekstrak kunyit dan air adalah 1 g : 20 mL. Dari penelitian tersebut digunakan konsentrasi 0,5g; 1g; 1,5g : 15 mL; 20; mL; 25 mL.

2.6. Pengeringan mi sagu

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan mi sagu kering adalah suhu dan waktu pengeringan. Mi yang telah dikukus dirapikan kembali

diatas rak dan dikeringkan dengan oven pengering pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C masing-masing selama 2, 4, 6 jam. Tahapan pengeringan dilakukan berdasarkan penelitian (Wahyudi dan Kusningsih 2008) yang mendapatkan pengeringan terbaik pada

suhu 2 jam pada suhu 40°C. Pembuatan mi sagu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan mi sagu kering

2.7. Prosedur Analisis

2.7.1. Analisis kadar air (Codex Standard 2006)

Cawan dipanaskan pada suhu 105°C selama 15 menit, setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Mi yang digunakan adalah mi sagu kering sebanyak 2 gram yang dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan berisi sampel tersebut dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C selama 4 jam. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang kembali. Kadar air mi sagu dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Kadar air (\% bb)} = \frac{(x - y)}{(x - a)} \times 100\%$$

Keterangan :

x = berat cawan dan sampel sebelum dikeringkan (g)

y = berat cawan dan sampel setelah dikeringkan (g)

a = berat cawan kosong (g)

2.7.2. Analisis cooking loss (Kurniasari *et al* 2015)

Cooking loss atau kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP) dilakukan pada produk mi sagu kering yang memenuhi syarat mutu mi kering sagu. Penentuan *cooking loss* dilakukan dengan cara merebus mi dengan bobot rata-rata sampel 5 g dalam 150 ml air mendidih selama 10 menit. Setelah 10 menit, mi ditiriskan dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah diketahui bobotnya kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 100°C sampai beratnya konstan lalu ditimbang. *Cooking loss* dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Cooking loss} = 1 - \left(\frac{\text{bobot sampel setelah dikeringkan}}{\text{bobot awal (1 - kadar air contoh)}} \right) \times 100\%$$

2.7.3. Analisis warna

Pengujian warna dengan derajat Hue menggunakan *colorimeter* AMT-501. Pengukuran menghasilkan nilai L, a dan b. L menyatakan parameter kecerahan (warna akromatis, 0: hitam sampai 100: putih). Warna kromatik campuran merah hijau ditunjukkan oleh nilai a (a+ = 0-100 untuk warna merah, a- = 0-(-80) untuk warna hijau. Warna kromatik campuran biru kuning ditunjukkan oleh nilai b (b+ = 0-70 untuk warna kuning, b- = 0-(-70) untuk warna biru. Pengujian warna dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

2.7.4. Profil tekstur (kekerasan dan kelengketan) (Engelen *et al.* 2015)

Pengujian menggunakan TA-HD *Plus*. Probe yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 35 mm. pengaturan TA-HD-*Plus* yang digunakan adalah sebagai berikut: pre test speed 2,0 mm/s, test

speed 0,1 mm/s, rupture test distance 75%, mode Texture Profile Analysis (TPA). Seuntai sampel mi dengan panjang yang melebihi diameter probe diletakkan di atas landasan lalu ditekan oleh probe. Nilai kekerasan ditunjukkan dengan absolute (+) peak yaitu: gaya maksimal, dan nilai kelengketan ditunjukkan dengan absolute (-) peak. Satuan kedua parameter ini adalah *gram force* (gf).

2.7.5. Analisis sensori dengan uji rating hedonic

Analisis sensori dilakukan dengan empat kriteria mutu yaitu rasa, warna, aroma dan atribut keseluruhan (*overall*). Sampel yang digunakan adalah mi sagu kering yang telah ditambahkan ekstrak kunyit. Uji yang digunakan adalah uji rating hedonik. Panelis yang digunakan adalah panelis tidak terlatih dengan jumlah 70 orang. Pada penelitian ini digunakan 7 skala hedonik dengan urutan skala 1 menyatakan sangat tidak suka, skala 2 menyatakan tidak suka, skala 3 menyatakan agak tidak suka, skala 4 menyatakan netral, skala 5 menyatakan agak suka, skala 6 menyatakan suka, dan skala 7 menyatakan sangat suka. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui tingkat kesukaan mi sagu kering yang telah ditambahkan ekstrak kunyit. Apabila hasil analisis berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

2.7.6. Analisis Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (1,1 *diphenil-2-picrylhydrazil*) (Tristantini dkk, 2016)

Sampel dihancurkan dan ditimbang 4,25 gram mi sagu kering di ekstraksi dengan metode refluks menggunakan pelarut etanol 96%. Mi sagu kering diletakkan didalam gelas beaker kemudian ditambahkan 200 mL etanol untuk melarutkan mi sagu kering. Kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu leher tiga pada alat refluks yang telah dihubungkan dengan kondensor. Kemudian mi sagu kering dipanaskan pada suhu 50°C dengan variasi waktu pengambilan sampel adalah 35 menit, 45 menit dan 55 menit.

Menyiapkan 5 sampel ekstrak mi sagu keirng yang memiliki variasi waktu ekstraksi (35 menit, 45 menit, dan 55 menit). Kemudian membuat larutan induk masing-masing sampel 100 ppm dengan melarutkan 10 mg ekstrak pada 100 mL methanol PA. selanjutnya melakukan pengenceran menggunakan pelarut methanol PA dengan membuat variasi konsentrasi yaitu 5 ppm, 6 ppm, 7 ppm, 8 ppm, dan 9 ppm pada masing-masing sampel.

Menyiapkan larutan stock DPPH 50 ppm. Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan 5 mg padatan DPPH ke dalam 100 mL methanol PA. kemudian disiapkan larutan perbandingan, yaitu

larutan control yang berisi 2 mL methanol PA dan 1 mL larutan DPPH 50 ppm. Untuk sampel uji, disiapkan masing-masing 2 mL larutan sampel dan 2 mL larutan DPPH. Kemudian, di inkubasi selama 3 menit pada suhu 27C hingga terjadi perubahan warna dari aktivitas DPPH. Semua sampel dibuat triplo dan semua sampel merupakan sampel ekstrak yang telah di inkubasi di uji nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada Panjang gelombang 517 nm.

Penentuan nilai IC50 dilakukan dengan analisis pengujian antioksidan metode DPPH dengan melihat perubahan warna masing-masing sampel setelah di inkubasi bersama DPPH. Jika semua electron DPPH berpasangan dengan elektron pada sampel ekstrak maka akan terjadi perubahan warna sampel dimulai dari ungu tua hingga kuning terang. Kemudian sampel diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada Panjang gelombang 517 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu 1) penentuan konsentrasi *binder* pati sagu tergelatinisasi, 2) penentuan konsentrasi ekstrak kunyit, dan 3) penentuan pengeringan terbaik mi sagu.

3.1. Penetapan konsentrasi antara pati, air, dan GMS

Sebelum pembuatan mi sagu dilakukan perendaman pati sagu selama semalam kemudian dilakukan pengeringan dan penapisan. Hal itu dilakukan untuk menyaring dan mendapatkan pati sagu murni. Perendaman pati sagu bertujuan agar kandungan pati lebih murni mengandung amilosa dan amilopektin. Mi sagu dibuat dengan *trial* dan *error* yaitu dengan cara memasak *binder* pati sagu (10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80% dari berat pati) dan GMS (4,5% dari berat pati) dalam air mendidih (140 mL; 150 mL; 160 mL; 170 mL; 180 mL; 190 mL; 200 mL; 210 mL) sampai tergelatinisasi sempurna. Pati yang tergelatinisasi sempurna dicampur dengan pati sagu kering yang masih tersisa (200 gr) hingga diperoleh adonan yang kalis. Selanjutnya, adonan dicetak dengan alat pencetak mi. Helaian mi yang keluar dari cetakan dimasak selama ± 1 menit. Dari hasil *trial* and *error* didapatkan tiga konsentrasi *binder* pati sagu (10%; 20%; 30%) dan tiga konsentrasi air (140 mL, 150 mL, 160 mL), kemudian dilakukan penentuan perbandingan konsentrasi terbaik dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan. Penelitian diatas berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Wahyudi dan Kusningsih 2008; Purwani *et al.* 2006; Widaningrum *et al.* 2005) bahwa pembuatan mi sagu kering dengan cara memasak pati

sagu sebanyak 10% dari berat pati dalam air 150 mL. Penambahan GMS dilakukan berdasarkan penelitian (Engelen *et al.* 2015) yang membuat mi sagu kering optimasi dengan penambahan GMS 4,5% dari berat pati. Hasil dari tahapan ini ditentukan dengan melihat karakteristik produk secara visual dengan uji organoleptik oleh 15 panelis semi terlatih. Pada tahapan setelahnya, proses pembuatan mi dilakukan, dimana adonan dicetak dengan alat pencetak mi. Helaian mi yang keluar dari cetakan dikukus selama 2 menit. Adapun konsentrasi terbaik yang digunakan antara pati sagu tergelatinisasi (*binder*) dengan air adalah sebagai berikut

Tabel 1. Penentuan konsentrasi perbandingan antara binder dan pati sagu

Pati binder	Air	GMS	Hasil Produk
10%	140 mL	4,5%	Adonan keras
20%	150 mL	4,5%	Adonan kalis
30%	160 mL	4,5%	Adonan agak basah
40%	170 mL	4,5%	Adonan agak basah
50%	180 mL	4,5%	Adonan agak basah dan lunak
60%	190 mL	4,5%	Adonan agak kalis
70%	200 mL	4,5%	Adonan agak kalis
80%	210 mL	4,5%	Adonan agak basah dan lunak

Berdasarkan Tabel 1, konsentrasi perbandingan terbaik antara pati binder dan air dengan melihat secara visual bahwa konsentrasi yang digunakan adalah 20% binder dari berat pati (200g) berbanding 150 mL air. Menurut penelitian Purwani *et al* (2006) bahwa pembuatan mi sagu kering dengan cara memasak pati sagu dalam 150 mL air dengan pati binder sebanyak 10% dari berat pati. Penambahan air yang dilakukan sesuai dengan yang penelitian yang dilakukan oleh Purwani *et al* (2006) walaupun penambahan *binder* tidak sesuai karena diduga perbedaan pengaruh lama pemasakan pati *binder* yang dicampurkan ke pati sagu tidak tergelatinisasi.

3.2. Penetapan konsentrasi ekstrak kunyit

Beberapa perbandingan antara air dan ekstrak kunyit dilakukan dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) untuk mendapatkan penetapan konsentrasi ekstrak kunyit. Setelah itu, dilakukan uji organoleptik berupa warna dan tesktur oleh panelis semi terlatih sebanyak 10 orang. Hal ini dilakukan agar mendapatkan konsentrasi ekstrak kunyit yang

disukai oleh masyarakat dan dapat memiliki daya saing dengan produk mi yang beredar di pasaran. Adapun perbandingan konsentrasi ekstrak kunyit dengan air adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil penentuan konsentrasi ekstrak kunyit

Tepung kunyit (g)	Air (mL)	Hasil produk
0,5	15	Mi warna kuning tua
0,5	20	Mi warna kuning tua
0,5	25	Mi warna kuning tua
1	15	Mi warna kuning muda
1	20	Mi warna kuning agak gelap
1	25	Mi warna kuning agak gelap
1,5	15	Mi warna kuning agak terang
1,5	20	Mi warna kuning gelap
1,5	25	Mi warna kuning gelap

Berdasarkan Tabel 2, konsentrasi perbandingan terbaik antara kunyit dan air dengan melihat secara visual bahwa konsentrasi yang digunakan adalah 1,5 g kunyit berbanding 15 mL air. Perbandingan konsentrasi tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian Budiyanto (2013) yang melakukan pembuatan mi dengan menggunakan perbandingan ekstrak kunyit dan air adalah 1 g : 20 mL.

3.3. Pengeringan mi sagu

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan mi sagu kering adalah suhu dan waktu pengeringan. Mi yang telah dikukus dirapikan kembali diatas rak dan dikeringkan dengan pengering rak dengan suhu 60°C, 70°C, dan 80°C sedangkan lama pengeringan 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Hasil dari pengeringan ditentukan dengan melihat tekstur mi yang dihasilkan. Adapun hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengeringan mi sagu pada beberapa suhu dan lama pengeringan

Suhu (°C)	Lama pengeringan (menit)	Hasil produk
Kontrol	0	Sangat lunak
60	60	lunak
60	90	Agak lunak
60	120	Agak kering
60	150	agak kering
60	180	Kering
70	60	Lunak

70	90	Agak kering
70	120	Cukup kering
70	150	Kering
70	180	Sangat kering
80	60	Agak lunak
80	90	Agak kering
80	120	Kering
80	150	Kering
80	180	Sangat kering

Berdasarkan Tabel 3, penentuan pengeringan mi sagu kering terbaik pada beberapa suhu (60, 70, dan 80°C) dan lama pengeringan (60, 90, 120, 150 dan 180 menit) adalah melihat teksturnya secara visual. Hasil terbaik yang didapatkan pada tahapan ini adalah pada suhu 70°C dan lama pengeringan 180 menit. Hal ini Gama

tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Wahyudi dan Kusningsih (2008) yang mendapatkan pengeringan terbaik pada suhu 40°C dan lama pengeringan 2 jam. Hal ini diduga karena perbedaan ukuran mi sagu dan alat oven pengering yang digunakan untuk mengeringkan mi sagu. Adapun grafik kadar air diitunjukkan paa Gambar 2

Perubahan nilai kadar air dari mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit pada suhu dan lama pengeringan tertentu dapat dibuat model kinetika reaksinya, yaitu reaksi ordo nol dan ordo satu. Berikut adalah persamaan reaksi ordo nol dan ordo satu:

Persamaan reaksi ordo nol : $[A_t] = [A_o] - kt$

Persamaan reaksi ordo satu : $\ln [A_t] = \ln [A_o] - kt$

Persamaan reaksi dari perubahan nilai kadar air dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan tabel tersebut terlihat nilai korelasi antara perubahan nilai kadar air dan lama pengeringan relative baik ($R^2 > 0,70$). Secara umum, nilai konstanta laju reaksi (k) penurunan kadar air semakin besar seiring dengan peningkatan suhu.

Tabel 4. Persamaan garis dan konstanta laju perubahan (k) nilai air selama lama pengeringan

Parameter	Suhu (°C)	Ordo nol			Ordo satu		
		Persamaan reaksi	k	R ²	Persamaan reaksi	k	R ²
Kadar air	60	$y = -0.1797x + 36.673$	0,179	0.7303	$y' = -0.0094x + 3,2695$	0,001	0,6274
	70	$y = -0.1805x + 34.766$	0,1805	0.8092	$y' = -0.0094x + 3,5663$	0,0094	0,9502
	80	$y = -0.2233x + 40.354$	0,2233	0.839	$y' = -0.0111x + 3,7461$	0,0111	0,9605

Keterangan: y = kadar air (%); y' = lin [kadar air (%)]; x = waktu pengeringan (menit)

Pemilihan ordo reaksi dilakukan berdasarkan pada nilai korelasi (R²) yang terbesar. Nilai R² untuk ordo satu lebih besar dari nilai R² untuk ordo nol, sehingga ordo reaksi yang digunakan adalah ordo satu. Kadar air awal mi sagu kering sebelum dikeringkan adalah 46,1%, 42,91%, dan 48,32%,

sedangkan kadar air target adalah 10%. Kadar air tersebut berada dibawah kadar air yang dipersyaratkan oleh Codex (2006) yaitu 14%. Lama pengeringan pada suhu 60, 70 dan 80°C sesuai dengan persamaan reaksi ordo satu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Lama pengeringan mi sagu kering dengan pengering rak oven pada suhu 60, 70, dan 80°C sesuai dengan persamaan reaksi ordo satu

Parameter	Suhu (°C)	Ao (%)	At (%)	Ordo satu			
				k	Lin Ao	Lin At	Lama pengeringan (menit)
Kadar air	60	46.1	10	0.0094	3.83	2.30	163
	70	42.91	10	0.0094	3.76	2.30	155
	80	48.32	10	0.011	3.88	2.30	142

Keterangan : Ao = Kadar air awal; At = Kadar air target; k = Konstanta reaksi

Lama pengeringan hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Wahyudi dan Kusningsih (2008) yang melakukan pengeringan mi sagu dengan teknik pengeringan rak oven. Tabel 5 menunjukkan kadar air target dapat dicapai dengan suhu 60°C, 70°C, dan 80°C adalah 163 menit, 155 menit, dan 142 menit. Hal tersebut tidak jauh beda dengan hasil penelitian Wahyudi dan Kusningsih (2008) yang menunjukkan kadar air 10.13% dan 7.86% dapat diperoleh dengan lama pengeringan 120 menit pada suhu 50°C dan 60°C.

Analisis kimia dilakukan pada mi sagu kering dari proses yang optimal. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dari mi sagu kering yang dihasilkan. Analisis warna yang

dilakukan terhadap mi sagu kering menggunakan notasi Hunter untuk mengetahui nilai L (kecerahan), a (warna kromatik campuran merah hijau), dan b (warna kromatik campuran biru kuning) Analisis sensori yang dilakukan terhadap mi sagu kering adalah uji rating hedonik menggunakan 70 orang panelis tidak terlatih. Pada uji rating hedonik ini parameter yang diamati adalah kekerasan, kelengketan, elongasi, dan keseluruhan (*overall*).

3.4. Analisis Kadar Air

Kandungan air dalam produk adalah salah satu penentu tingkat penerimaan dan daya awet suatu bahan makanan. Hasil analisis kadar air mi sagu kunyit dari suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perubahan nilai kadar air mi sagu kering selama lama pengeringan 0, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit pada suhu pengeringan 60, 70 dan 80°C

Waktu (Menit)	Kadar Air (%)					
	Suhu 60°C		Suhu 70°C		Suhu 80°C	
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
0	46.1	0.15	42.91	0.58	48.32	1.47
60	16.71	0.29	16.94	0.05	16.70	1.00
90	13.93	0	14	0.01	13.37	0.11
120	14.03	1.31	10.37	0.30	9.47	0.79
150	11.72	0.56	9.42	0.11	8.12	0.04

180	9.71	0.18	7.24	0.19	6.96	0.70
-----	------	------	------	------	------	------

Ket. SD = Standar deviasi

Tabel 6 menunjukkan perubahan nilai kadar air mi sagu kering selama lama pengeringan 0, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit pada suhu pengeringan 60, 70 dan 80°C. Berdasarkan SNI (01-2974-1996), kadar air pada mi kering persyaratan mutu 1 maksimal 8% dan maksimal 10% untuk persyaratan mutu 2. Berdasarkan hasil tersebut maka kadar air dari mi sagu kering yang memenuhi syarat mutu 1 adalah pada suhu 70°C dan 80°C dengan lama pengeringan 180 menit. Namun, menurut SNI 01-3551-2000 bahwa kadar air mi kering dengan teknik pengeringan adalah maksimal 14.5%. Menurut Codex (2006), maksimum kadar air mi yang tidak digoreng adalah 14%. Hal ini menunjukkan kadar air hasil pengeringan mi sagu pada suhu 60, 70, dan 80 dengan lama pengeringan 90, 120, 150, dan 180 menit memenuhi persyaratan codex dan SNI 01-3551-2000.

3.5. Analisis Cooking loss

Salah satu parameter yang penting dalam kaitannya dengan kualitas mi setelah pemasakan adalah *cooking loss*. Banyaknya padatan mi yang keluar dalam air selama proses pemasakan menunjukkan nilai *cooking loss*. Nilai *cooking loss*

yang semakin kecil adalah nilai paling baik yang ditunjukkan oleh suatu produk. Menurut Subarna *et al.* (2013) bahwa semakin kecil nilai *cooking loss* menunjukkan bahwa mi tersebut memiliki tekstur yang baik dan homogen. Nilai *cooking loss* pada produk mi sagu kering yang memenuhi syarat mutu 1 (suhu 70°C dan 80°C dengan lama pengeringan 180 menit) memiliki nilai yang kecil yaitu 8.23% dan 13.30%. Hal ini diduga karena proses gelatinisasi yang terjadi menyebabkan amilosa lepas dari granula pati sehingga banyak ikatan hidrogen yang terbentuk antar polimer amilosa, sehingga menyebabkan struktur mi semakin baik dan homogen.

3.6. Analisis Warna

Salah satu karakteristik fisik yang menentukan daya terima konsumen pada suatu produk pangan adalah warna. Berdasarkan Tabel 7, analisis warna warna yang dilakukan pada produk mi sagu kering adalah analisis warna notasi Hunter (L, a, b) dengan menggunakan colorimeter, mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit pada beberapa suhu dan lama pengeringan mempunyai nilai L.

Tabel 7. Nilai °hue pada lama pengeringan 0, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit pada suhu 60, 70, dan 80°C

Perlakuan		Nilai Warna			°Hue
Suhu (°C)	Waktu (menit)	L	A	b	
	Kontrol	40.45	2.4	25.55	84.63
60	60	38.8	1.4	26.25	86.95
60	90	40.1	2.25	28.85	85.54
60	120	39.35	0.6	28.65	88.80
60	150	45.7	1.7	30.85	86.85
60	180	37	1.2	25.9	87.35
70	60	32.6	1.55	22.55	86.07
70	90	27.8	1.4	27.2	87.05
70	120	34.9	2.25	27.7	85.36
70	150	39.4	0.15	32.2	89.73
70	180	40.15	2.3	31.35	85.80
80	60	33.3	-0.6	25.55	91.35
80	90	35.1	0.45	27.65	89.07
80	120	35.15	1.2	31.1	87.79
80	150	47.05	0.95	29.8	88.17
80	180	42.25	0.65	28.7	88.70

Berdasarkan analisis warna notasi Hunter (L,a,b) dengan menggunakan colorimetr AMT-501, mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit memiliki kisaran nilai °Hue antara 84,63-91,35. Nilai kisaran tersebut menunjukkan bahwa mi sagu kering memiliki warna kuning-merah. Hal ini didukung Engelen, dkk (2015) yang menghasilkan warna kuning-merah pada pembuatan mi sagu kering tanpa penambahan ekstrak kunyit. Hal ini diduga karena sedikitnya jumlah konsentrasi ekstrak kunyit pada pembuatan mi sagu kering.

3.7. Profil Tekstur (Kekerasan dan Kelengketan)

Setiap olahan pangan yang memiliki tekstur yang baik merupakan indikasi bahwa produk tersebut layak untuk dikonsumsi. Tekstur kekerasan dan kelengketan mi sagu kering yang baik didapatkan dari kombinasi formula bahan pada proses pembuatannya. Hasil analisis tekstur kekerasan dan kelengketan dapat dilihat pada

Tabel 8. Nilai kekerasan dan kelengketan mi sagu kering menggunakan tekstur analiser HD plus
Tabel 8. Nilai kekerasan dan kelengketan mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit

Suhu (°C)	Lama pengeringan	Kekerasan (gf)	Kelengketan (gf)
60	0	2729,95	-5927,15
	60	2138,65	-385,1
	90	4748,9	-2328,75
	120	4263,35	-908,1
	150	1721,15	-1770,95
	180	2828,75	-2445,55
70	0	9626,05	-1311,75
	60	2514,1	-2883,05
	90	11150	-3276,15
	120	1868,75	-3473,75
	150	6502,25	-3068,05
	180	4711,45	-3410,7
80	0	8683,2	-1160,7
	60	4556	-1478,05
	90	3427,85	-4164,05
	120	3567,6	-605,4
	150	6338,5	-2844,25
	180	4120,9	-2247,4

Tabel 8 menunjukkan nilai kekerasan dan kelengketan pada pembuatan mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit. Penggunaan tekstur analiser menghasilkan kisaran nilai kekerasan antara 2514 gf dan 11150 gf dan kisaran nilai kelengketan antara -605,4 gf dan -5927,15 gf. Berdasarkan uji organoleptik, nilai tekstur yang terbaik adalah pada suhu 70°C dengan lama pengeringan 150 menit. Perlakuan suhu dan lama pengeringan tersebut memiliki nilai kekerasan 6502,25 dan -3068 untuk nilai kelengketan. Nilai tersebut masuk dalam kisaran nilai kekerasan yang dilakukan Engelen dkk

(2015) yang mendapatkan nilai pengukuran kekerasan antara 1153,6-19365,2 gf).

3.8. Analisis sensori dengan uji rating hedonic

Analisis sensori atau uji organoleptik merupakan salah satu klasifikasi penilaian sensoria atau penilaian karakteristik produk dengan menggunakan indra manusia. Perbandingan rata-rata skor organoleptik antara mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dengan lama pengeringan 150 menit dapat dilihat pada Tabel 9

Tabel 9. Perbandingan rata-rata skor organoleptik mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dengan lama pengeringan 150 menit.

Parameter	Rata-rata skor suhu (°C)			F	Sig
	60	70	80		
Tekstur	4,01	4,37	3,86	2,071	0,129
Aroma	3,99	4,30	4,30	1,241	0,291
Warna	4,64	4,64	4,14	2,954	0,054
Overall	4,33	4,56	4,29	1,060	0,348

keterangan: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, 7 = sangat suka

Berdasarkan Tabel 9, pengujian organoleptik yang dilakukan terhadap beberapa parameter mi sagu

kering dengan penambahan ekstrak kunyit memiliki nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ (3,04). Hal ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara satu parameter dengan parameter yang lain. Hal ini juga ditunjukkan dari nilai signifikansi setiap parameter yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan antara satu parameter dengan parameter yang lain.

3.9. Analisis Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (1,1 diphenil-2-picrylhydrazil)

Analisis antioksidan merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui senyawa antioksidan yang terkandung dalam bahan pangan. Antioksidan adalah senyawa pemberi elektron atau reduktan yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Teknik pengolahan data dilakukan dengan membandingkan konsentrasi dengan nilai %

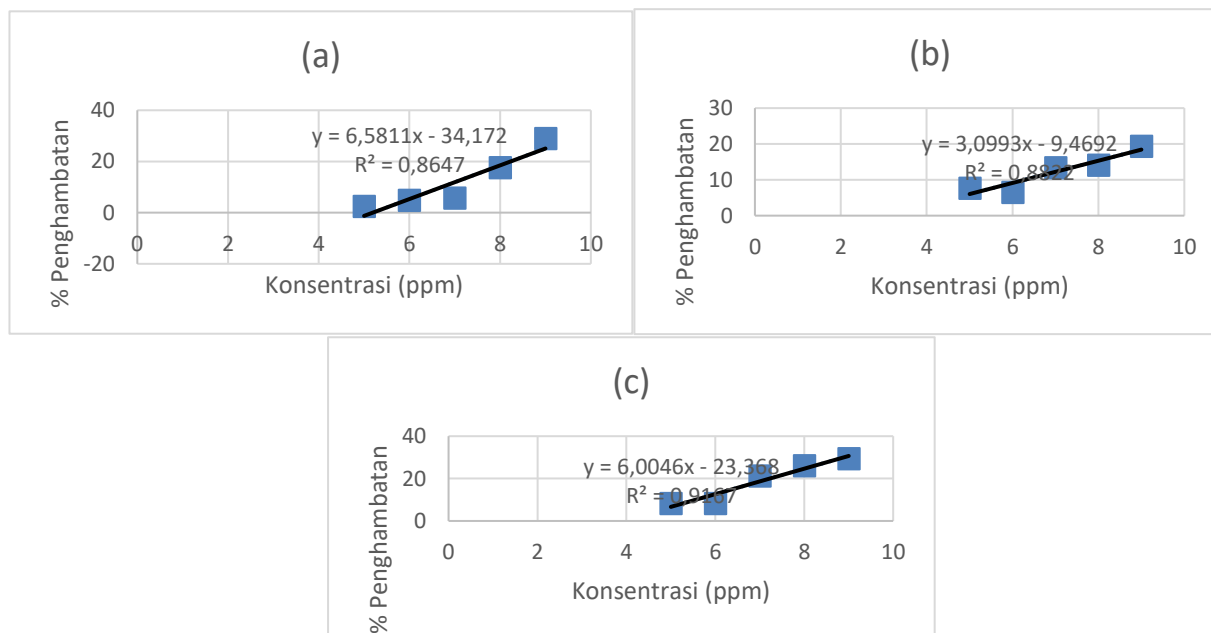
aktivitas antioksidan masing-masing sampel dalam sebuah grafik regresi. Hasil uji antioksidan menggunakan metode DPPH dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data nilai % antioksidan sampel ekstrak mi sagu kering

Absorbansi control	Sampel ekstrak mi sagu kering						% Antioksidan
	Lama ekstraksi (menit)	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata	
			Data 1	Data 2	Data 3		
0,584	35	5	0.577	0.568	0.565	0.57	2.40
0,584		6	0.568	0.553	0.546	0.56	4.85
0,584		7	0.566	0.556	0.53	0.55	5.71
0,584		8	0.487	0.475	0.482	0.48	17.58
0,584		9	0.459	0.404	0.382	0.42	28.94
0,584	45	5	0.598	0.525	0.495	0.54	7.65
0,584		6	0.589	0.529	0.519	0.55	6.56
0,584		7	0.509	0.507	0.501	0.51	13.41
0,584		8	0.506	0.5	0.498	0.50	14.16
0,584		9	0.499	0.497	0.417	0.47	19.35
0,584	55	5	0.552	0.533	0.521	0.54	8.33
0,584		6	0.553	0.529	0.526	0.54	8.22
0,584		7	0.469	0.453	0.457	0.46	21.29
0,584		8	0.401	0.465	0.43	0.43	26.03
0,584		9	0.45	0.405	0.381	0.41	29.45

Berdasarkan Tabel 10, data-data dilakukan regresi dengan variasi konsentrasi sebagai nilai x dan % antioksidan sebagai nilai y sesuai dengan variasi waktu. Kemudian didapatkan Gambar 3 yang

diplot dan dijadikan dasar untuk mendapatkan persamaan garis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.



Gambar 3. Kurva hubungan % aktivitas antioksidan terhadap konsentrasi sampel mi sagu kering dengan variasi waktu (a) 35 menit, (b) 45 menit, dan 55 menit.

Persamaan garis pada Tabel 11 yang didapatkan dari Gambar 3 digunakan untuk mencari konsentrasi efektif ekstrak mi sagu kering yang ditambahkan

ekstrak kunyit untuk meredam radikal bebas DPPH atau nilai IC50.

Tabel 11. Nilai IC50 sampel mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit

Waktu ekstraksi (menit)	Persamaan garis	Nilai Y	Nilai X atau IC50
35	$Y=6,5811X-34,172$	50	12,79
45	$Y=3,0993X-9,4692$	50	19,19
55	$Y=6,0046X-23,368$	50	12,22

Nilai IC50 merupakan konsentrasi efektif ekstrak yang dibutuhkan untuk meredam 50% dari total DPPH, sehingga nilai 50 disubstitusikan untuk nilai “y”. setelah mensubstitusikan nilai 50 pada nilai y, akan didapat nilai “X” sebagai nilai IC50.

Berdasarkan Tabel 11, nilai IC50 dari seluruh sampel uji variasi waktu ekstraksi menunjukkan nilai IC50 kurang dari 50 yang menunjukkan antioksidan yang sangat kuat (nilai IC50 12,22). Sesuai dengan parameter nilai IC50 oleh Salim (2018), bahwa nilai IC50 yang lebih kecil dari 50 ppm adalah sangat kuat. Kuatnya kandungan antioksidan pada ekstrak mi sagu kering dengan penambahan ekstrak kunyit diduga karena tingginya kandungan fitokimis antioksidan pada sagu (Tarigan dkk, 2015) dan adanya kandungan antioksidan yang tinggi pada ekstrak kunyit (Tanvir et al, 2017).

4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa variasi *binder* pati sagu terbaik adalah 20% binder dari berat pati (200g) berbanding 150 mL air dengan konsentrasi perbandingan terbaik antara kunyit dan air adalah 1,5 g kunyit berbanding 15 mL air.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfons, J.B. & Rivaie, A.A., 2011. Sagu Mendukung Ketahanan Pangan Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim. *Perspektif*, 10(2), pp.81–91.
- Auliah, A., 2012. Formulasi Kombinasi Tepung Sagu dan Jagung pada Pembuatan Mie. *Chemica*, 13(2), pp.33–38. Available at: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/chemica/article/view/624>.
- Budiyanto, A., 2013. *Pengembangan Mutu Bahan Baku dan Produk Mi Sagu Basah dengan Penambahan Ekstrak Kunyit*.
- Codex Standard, 2006. *Codex standard for instant noodles (CODEX STAN 249-2006)*.
- Engelen, A., Sugiyono & Budijanto, S., 2015. Process and formula optimizations on dried sago (Metroxylon sagu) noodle processing. *AGRITech*, 35(4), pp.359–367.
- Fahroji, 2011. *Pengolahan sagu. Makalah pada Pembinaan Hasil Usaha Perkebunan oleh Dinas Perkebunan Kabupaten Pelalawan*.
- Faridah, D.N. et al., 2010. Perubahan Struktur Pati Garut (*Maranta arundinaceae*) Sebagai Akibat Modifikasi Hidrolisis Asam, Pematangan Titik Percabangan dan Siklus Pemanasan-Pendinginan. *J.Tekno dan Industri Pangan*, XXI(2), pp.135–142.
- Hariyanto, B., 2011. Manfaat Tanaman Sagu (*Metroxylon sp*) Dalam Penyediaan Pangan dan Dalam Pengendalian Kualitas Lingkungan. *J. Tek. Lingk*, 12(2), pp.143–152.
- Herawati, H., 2011. Potensi pengembangan produk pati tahan cerna sebagai pangan fungsional. *Jurnal Limbang Pertanian*, 30(24), pp.31–39.
- Jading, A. et al., 2011. Karakteristik Fisikokimia Pati Sagu Hasil Pengeringan Secara Fluidisasi Menggunakan Alat Pengering Cross Flow Fluidized Bed Bertenaga Surya dan Biomassa. *Reaktor*, 13(3), pp.155–164.
- Jong., F.S. & Widjono, A., 2007. Sagu: Potensi Besar Pertanian Indonesia. *Iptek Tanaman Pangan*, 2(1), pp.54–65.
- Koswara, S., 2009. *Teknologi Pengolahan Mie*, Seri Teknologi Pangan Populer. eBookPangan.
- Kusumawaty., Y. & Fitriani, S., 2011. Kajian Proses Produksi dan Tingkat Kesukaan Konsumen Terhadap Mi Sagu Tradisional Riau. *SAGU*, 10(1), pp.42–48.
- Metaragakusuma., A.P., Osozawa., K. & Hu, B., 2017. The Current Status of Sago Production in South Sulawesi : Its Market and Challenge as a New Food- Industry Source. *International Journal Sustainable Future for Human Security*, 5(1), pp.31–45.
- Metaragakusuma, A.P., Katsuya, O. & Bai, H., 2016. An Overview of The Traditional Use of Sago for Sago • based Food Industry in Indonesia. In *ICoA Conference Proceedings*. pp. 119–124.
- Mohamed, A. et al., 2008. A review on physicochemical and thermorheological properties of sago starch. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 3(4), pp.639–646.
- Muin, N., 2014. Manfaat sagu (*Metroxylon spp.*) bagi petani hutan rakyat di Kabupaten Konawe Selatan. *Info Teknis EBONI*, 11(2), pp.95–102.
- Nasir, G., 2013. *Pedoman Teknis Pengembangan Tanaman Sagu*, Jakarta.
- Purwandari, U. et al., 2014. Textural, cooking quality, and sensory evaluation of gluten-free noodle made from breadfruit, konjac, or pumpkin flour. *International Food Research*

- Journal*, 21(4), pp.1623– 1627.
- Purwani, E.Y. et al., 2006. Karakteristik dan studi kasus penerimaan mi sagu oleh masyarakat di Sulawesi Selatan. *AGRITECH*, 26(1), pp.24–33.
- Ruku, S., 2009. Meningkatkan minat masyarakat mengolah sagu untuk berbagai produk olahan. *Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian*.
- Safriani., N., Moulana., R. & Ferizal, 2013. Pemanfaatan Pasta Sukun (*Artocarpus Altilis*) Pada Pembuatan Mi Kering. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(2), pp.17–24.
- Salim, R. 2018. Uji aktivitas antioksidan infusa daun ungu dengan metode DPPH (1,1-diphenil-2-picrylhidrazil). *Jurnal Katalisator* 3(2):153-161. DOI: 10.22216/jk.v3i2.3372.
- Singhal, R.S. et al., 2008. Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. *Carbohydrate Polymers*, 72(1), pp.1–20.
- Sugiyono, Ridwan Thahir, Feri Kusnandar, Endang Yuli Purwani, D.H., 2009. Peningkatan kualitas mi instan sagu melalui modifikasi heat moisture treatment. In *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*. pp. 666–677.
- Sulusi, P., 2005. Mendongkrak Pemanfaatan Sumber Pangan dengan Sentuhan Teknologi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 27(6), pp.1–3.
- Sumaryono, 2007. Tanaman sagu sebagai sumber energi alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), pp.3–4.
- Syakir, M. & Karmawati, E., 2013. Potensi tanaman sagu (*Metroxylon* sp.) sebagai bahan baku bio energi. *Perspektif*, 12(2), pp.57–64.
- Tanvir, E.M., Hossen Md.S., Hossain Md.F., Afroz, R., Gan, H.S., Khalil Md.I., and Karim, N. 2017. Antioxidant properties of popular turmeric (*Curcuma longa*) varieties from Bangladesh. *Journal of Food Quality*, 2017: 1-8
- Tarigan, E.P., Momuat, L.I., dan Suryanto, E. 2015. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan tepung sagu Barruk (*Arenga microcarpha*). *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE* 4(2): 125-130.
- Tirta, P.W.W., Indrianti, N. & Ekafitri, R., 2013. Potensi Tanaman Sagu { *Metroxylon* sp .) dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Indonesia Potential of Sago Plant (*Metroxylon* sp .) to Support Food Security in Indonesia. *PANGAN*, 22, pp.61–75.
- Tristantini D, Ismawati A, Pradana, B.T, Jonathan, J.G. 2016. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta, 17 Maret 2016.
- Wahyudi, M. & Kusningsih, 2008. Teknik pengeringan mi sagu dengan menggunakan pengering rak. *Buletin Teknik Pertanian*, 13(12), pp.62–64.
- Watumlawar., E.A., Warouw., S.M. & Gunawan, S., 2015. Pengaruh Pemberian Sagu Dibanding Nasi Terhadap Berat Badan Tikus Wistar. *Jurnal e-Clinic (eCI)*, 3, pp.1–4.
- Widaningrum, B.A., Santosa. & Purwani, E.Y., 2005. Penelitian Pengaruh Suhu Pemeraman Terhadap Kualitas Mi Sagu Dan Kadar Resistant Starch (Rs). In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*. pp. 432–443.
- Widayanti., S.N., Mappiratu. & Hardi, J., 2016. Optimalisasi Penerapan Bioteknologi dalam Produksi Bioetanol dari Sagu (*Metroxylon* sp.). *Online Jurnal of Natural Science*, 5(1), pp.41–48.

PENERAPAN UX GAMIFICATION PADA APLIKASI PEMESANAN LAYANAN SALON BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN CODEIGNITER PADA SALON SEVENTYRAZOR

Andri Prasetyo¹⁾, Samsul Arifin²⁾, Linda Suvi Rahmawati³⁾

^{1,3} Sistem Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita

²Teknologi Informasi STMIK PPKIA Pradnya Paramita

Email: andri@stimata.ac.id ¹⁾

ABSTRAK

Salon seventyrazor awalnya menggunakan pencatatan manual dalam melayani antrian, Pelanggan yang datang melakukan pendaftaran terlebih dahulu ke petugas administrasi. Setelah dicatat di aplikasi Microsoft Excel, akan diinformasikan apakah ada antrian atau langsung diproses ke petugas Barberman. Ketika ada pelanggan melakukan pemesanan melalui Whatsapp, prosesnya juga sama. Estimasi dalam setiap pemotongan rambut adalah 30 hingga 45 menit setiap pelanggan. Terciptanya Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website dengan menggunakan Codeigniter pada Salon Seventyrazor dengan penerapan UX gamification sebagai solusi dalam menangani pemesanan antrian di barbershop seventyrazors, terutama dalam mengurangi banyaknya antrian di lokasi dan pembatalan pesanan yang seringkali terjadi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan pendekatan User-Centered-Design dengan metode gamification sebagai metode pengembangan sistem dan menggunakan UML (Unified Modelling Language) sebagai alat bantu dalam pemodelan sistem yang akan dibangun. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi pemesanan antrian berbasis website di barbershop seventyrazors dapat mempercepat pencatatan transaksi yang akan terjadi dalam hari ini dan besok, dan customer tidak perlu antri lama di barbershop karena telah mengetahui jam antrian nya. pengolahan data transaksi dalam pembuatan laporan bulanan yang lebih cepat sehingga dapat mempercepat pembuatan laporan pendapatan bulanan. Aplikasi yang dibuat adalah aplikasi berbasis web dengan menggunakan framework codeigniter.

Kata-Kata Kunci : Aplikasi Pemesanan, Barbershop, Gamification.

ABSTRACT

Salon seventyrazor initially used manual recording in serving the queue, Customers who come to register first with the administrative officer. Once recorded in the Microsoft Excel application, will be informed whether there is a queue or directly processed to the Barberman officer. When a customer makes an order through Whatsapp, the process is the same. Estimates for each hair cut are 30 to 45 minutes for each customer. The creation of a Website-Based Salon Service Order Application using Codeigniter on Seventyrazor Salon with the application of gamification as a solution in handling queuing reservations at Barbershop seventyrazors, especially in reducing the number of queues at the location and order cancellations that often occur. In this study the authors used the User-Centered-Design approach with the gamification method as a method of system development and using UML (Unified Modeling Language) as a tool in modeling the system to be built. Based on the research that has been done, it can be concluded that the website-based queue ordering application at Barbershop Seventyrazors can accelerate the recording of transactions that will occur today and tomorrow, and customers do not need to queue long at Barbershop because they already know their queue hours. transaction data processing in making monthly reports faster so that it can accelerate the generation of monthly income reports. The application created is a web-based application using a codeigniter framework.

Keyword : Aplikasi Pemesanan, Barbershop, Gamification.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan yang terjadi pada teknologi informasi dan sistem informasi berbasis internet telah menyebabkan berbagai pendekatan baru muncul ditujukan untuk bidang bisnis UMKM baik dibidang produk atau jasa di Indonesia. Salah satu pendekatan baru di bidang tersebut, diwujudkan dalam bentuk e-business untuk membantu pemesanan jasa secara cepat dan aman. Magnusson (2011) dalam jurnal (Noerlina, 2013) menyatakan bahwa “SMEs (Small and Medium-sized Enterprises) nowadays have to deal with the highly complex situation of global competition, fast technology development and extensive business networking. Because of their importance for the economy, it is essential that SMEs embrace new technology and adapt to societal changes such as the increasing use of eCommerce”. Jika diterjemahkan, UKM (Usaha Kecil dan Menengah) saat ini terkait dengan situasi persaingan global yang sangat kompleks, pesatnya perkembangan teknologi dan jaringan bisnis yang luas. Karena pentingnya UKM bagi perekonomian, penting bagi UKM untuk merangkul teknologi baru dan beradaptasi dengan perubahan sosial seperti eCommerce yang penggunaannya semakin meningkat.

Dari hasil survei yang dilakukan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII, 2017) menunjukkan ada peningkatan pengguna internet di Indonesia senilai 10,56 juta orang dari 2016 yakni mencapai 142,36 juta pengguna. Pengguna usia 19-34 Tahun mendominasi sebagai pengguna internet berdasarkan usia. Grafik pada Gambar 1.1 menunjukkan pemanfaatan internet bidang ekonomi juga sangat tinggi. 37,82% pengguna mengakses informasi untuk pembelian produk/jasa dan 32,19% memutuskan untuk bertransaksi beli online. Hasil survei tersebut menjadikan peluang bagi pemilik bisnis untuk inovasi & memberikan informasi pelayanan secara online.



Gambar 1.1 pemanfaatan internet bidang ekonomi di Indonesia tahun 2017

Salon seventyrazor merupakan bisnis jasa potong rambut untuk laki-laki yang berlokasi di Ruko Ditas Kav. 4 Jl MT Haryono, Lowokwaru Kota Malang. Peningkatan pelayanan terhadap kepuasan pelanggan menjadi perhatian khusus. Hasil wawancara dengan Rifandy Syahputra, Pemilik Salon seventyrazor, berpendapat bahwa sistem pemesanan layanan potong rambut yang ada saat ini masih memiliki banyak kekurangan, antara lain dari pemberian informasi layanan yang terbatas, daftar tunggu pelayanan yang relatif lama, serta seringnya pelanggan tidak datang ketika melakukan pemesanan melalui aplikasi chatting Whatsapp dan fitur Direct Messages di Instagram.

Salon seventyrazor awalnya menggunakan pencatatan manual dalam melayani antrian, Pelanggan yang datang melakukan pendaftaran terlebih dahulu ke petugas administrasi. Setelah dicatat di aplikasi Microsoft Excel, akan diinformasikan apakah ada antrian atau langsung diproses ke petugas Barberman. Ketika ada pelanggan melakukan pemesanan melalui Whatsapp, prosesnya juga sama. Estimasi dalam setiap pemotongan rambut adalah 30 hingga 45 menit setiap pelanggan. Sehingga pelanggan yang antri membutuhkan waktu menunggu 30-45 menit berikutnya. Hal ini menyebabkan banyaknya antrian pelanggan di dalam Salon.

Permasalahan yang terjadi mengarah kepada indikasi tidak adanya sistem yang membantu untuk pencatatan dan pemesanan layanan di salon seventyrazor. Serta hukuman untuk pelanggan yang membatalkan pesanan secara tiba-tiba juga menjadi masalah penting. Hal itu menjadi tantangan untuk membuat Aplikasi yang akan berpusat pada pengguna atau User-Centered-Design dengan metode gamification. User-Centered-Design yang merupakan penelitian user experience (UX) yang melibatkan pengguna aplikasi secara langsung untuk menghasilkan aplikasi yang tepat guna. Metode gamification membantu meningkatkan interaksi antara pengguna dan aplikasi dengan menerapkan elemen game ke aplikasi yang dirancang. Pengguna diharapkan bisa menikmati proses interaktif yang penuh dengan kegembiraan, tantangan serta hadiah sehingga termotivasi untuk terus menggunakan aplikasi tersebut. Elemen gamification yang akan ditambahkan adalah elemen Rewards, Time Limit serta Penalties. Pelanggan yang melakukan

pembatalan lebih dari 3 kali maka akan mendapatkan hukuman (Penalty) sehingga mereka termotivasi untuk tidak melakukan kesalahan lagi. Pelanggan yang reputasi pemesanan onlinenya bagus, akan mendapatkan rewards.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan suatu masalah, yaitu Bagaimana membangun Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website dengan menggunakan Codeigniter pada Salon Seventyrazor dengan penerapan *UX gamification*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website dengan menggunakan Codeigniter pada Salon Seventyrazor dengan penerapan gamification

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah Mempermudah proses pemesanan pelanggan tanpa harus melakukan pemesanan ke admin di Salon.

- a. Mengurangi jumlah antrian di lokasi Salon
- b. Pelanggan seventyrazor bisa melihat jumlah antrian pada salon secara real-time

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah mengenai perumusan masalah yang telah dijelaskan melingkupi beberapa aspek antara lain:

1. Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website ini digunakan di Salon Seventyrazor, Dinoyo Kota Malang.
2. Pengolahan data yang dilakukan adalah data pemesanan jasa yakni dimulai dari pendaftaran pelanggan dan antrian pelanggan.
3. Informasi yang disajikan berupa informasi laporan bulanan Salon Seventyrazor, antara lain: Laporan Pengunjung yang order per hari, minggu dan bulan, laporan pengunjung yang paling sering melakukan order secara online, Laporan pelanggan yang mendapatkan hukuman dan laporan pekerjaan pegawai.
4. Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP Hypertext Preprocessor (PHP) dengan menggunakan framework Codeigniter dan database MySQL

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 User Experince (UX)

User experience bisa didefinisikan sebagai semua aspek interaksi end-user dengan perusahaan, layanan, dan produk. Syarat pertama yang dijadikan panutan user experience adalah untuk memenuhi kebutuhan yang tepat dari pengguna, tanpa merepotkan atau mengganggu mereka. Selanjutnya menghasilkan produk yang menyenangkan untuk dimiliki dan digunakan. User experience secara harfiah jauh melampaui dari sekedar memberikan pengguna apa yang mereka katakan dan inginkan. Untuk meraih user experience berkualitas tinggi diperlukan penyesuaian yang baik antar layanan dari berbagai disiplin ilmu, termasuk teknis, pemasaran, desain grafis dan industri, serta desain antar muka (Norman, 2016).

2.2 Gamification

Gamifikasi adalah mengintegrasikan dinamika permainan ke situs, layanan, komunitas, konten, atau kampanye Anda, untuk mendorong partisipasi. (Bunchball, 2013) Penerapan gamifikasi akan mendorong pengguna untuk berpartisipasi menggunakan aplikasi non-game dengan dorongan beberapa elemennya. Contohnya dengan adanya elemen rewards, pengguna tidak akan bosan menyelesaikan form survei dengan banyak pertanyaan. Elemen rewards tersebut yang menjadi motivasi user untuk menyelesaikan tugasnya.

2.3 PHP & Code Igniter

Menurut (Saputra, 2012), PHP memiliki kepanjangan PHP Hypertext Preprocessor merupakan suatu bahasa pemrograman yang difungsikan untuk membangun suatu website dinamis. PHP menyatu dengan kode HTML, maksudnya adalah beda kondisi, HTML digunakan sebagai pembangun atau pondasi dari kerangka layout web, sedangkan PHP difungsikan sebagai prosesnya, sehingga dengan adanya PHP tersebut, sebuah web akan sangat mudah dimaintenance.

CodeIgniter pertama kali dibuat oleh Rick Ellis, CEO Ellislab, Inc. sebuah perusahaan yang memproduksi CMS (Content Management System) yang cukup handal, yaitu Expression Engine. Saat ini, CodeIgniter dikembangkan dan dimaintain oleh Expression Engine Development Team. CodeIgniter dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP, gratis, dan memiliki banyak library untuk membantu penulisan kode aplikasi dalam pembuatan web.

2.4 Responsive Website Design (RWD)

Desain web responsif adalah pendekatan pengembangan web yang menciptakan perubahan dinamis pada tampilan situs web, tergantung pada ukuran layar dan orientasi perangkat yang digunakan untuk melihatnya. RWD adalah salah satu pendekatan untuk masalah perancangan untuk banyak perangkat yang tersedia untuk pelanggan, mulai dari telepon kecil hingga monitor desktop besar. (Norman, 2014)

Mobilitas pengguna aplikasi yang tidak selalu di depan komputer desktop akan terbantu dengan adanya responsif website. Pengguna bisa mengakses dari berbagai perangkat untuk menggunakan aplikasi tersebut.

2.5 UML (Unified Modeling Language)

(ROSA, 2013, p. 133) menyatakan bahwa “UML (Unified Modeling Language) adalah salah satu standart bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek.”

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa UML adalah hasil dari pengembangan bahasa pemodelan untuk menganalisis dan mendesain suatu objek.

2.6 Use Case Diagram

Use case atau diagram use case merupakan pemodelan untuk kelakuan (behavior) sistem informasi yang akan dibuat. Use case mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat (ROSA, 2013, p. 155).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Permasalahan & Kebutuhan Pengguna

Untuk mengetahui kebutuhan bisnis untuk sistem ini, Peneliti melakukan kerjasama dengan pemilik bisnis Komunikasi ini bertujuan untuk memaparkan segala informasi mengenai penelitian ini kepada pihak pemilik bisnis, meminta bantuan informasi serta teknis dalam menjalankan penelitian, dan juga memberikan permohonan untuk mengimplementasikan hasil penelitian ini terhadap pengembangan sistem di kemudian hari.

a. yang sedang berjalan saat ini :

- Masih menggunakan pencatatan pemesanan secara manual di Ms. Office
- Pelanggan yang datang perlu

mengecek antrian ke admin untuk mengetahui berapa lama harus menunggu

- Pelanggan menggunakan aplikasi chatting whatsapp ke nomor pemilik barbershop untuk pemesanan secara online.

Untuk mengetahui kebutuhan pengguna, Peneliti melakukan kerjasama dengan 2 pelanggan seventyrazor. Komunikasi ini bertujuan untuk memaparkan segala informasi mengenai penelitian ini kepada calon pengguna aplikasi, meminta bantuan informasi guna mengetahui kebutuhan pengguna.

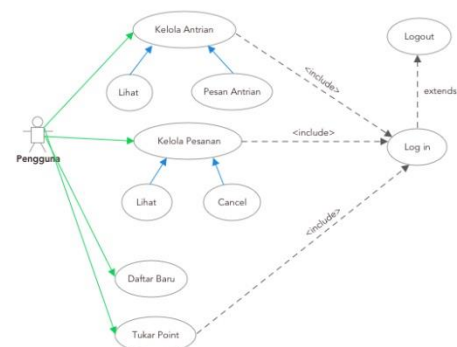
3.2 Rekomendasi Perancangan Aplikasi

- Pengguna mengetahui jumlah antrian hari ini
- Pengguna dapat melakukan pemesanan antrian di aplikasi untuk hari ini dan besok.

3.3 Analisa Use Case Diagram

Analisis use case diagram merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui daftar use case yang mungkin terjadi pada sistem pemesanan layanan salon. Daftar use case tersebut disajikan dalam bentuk diagram yang saling berhubungan baik antara aktor dengan use case maupun use case dengan use case lain. Hal-hal tersebut diperlukan untuk menggambarkan rancangan sistem ini secara lebih jelas dan terperinci.

Seperti yang tergambar pada Gambar 2, use case diagram terdiri dari 2 Aktor utama yaitu Pengguna Aplikasi (User), dan petugas administrasi (Admin). Admin bertugas untuk mendaftarkan barberman, memvalidasi pesanan, serta melihat laporan rekapitulasi pemesanan



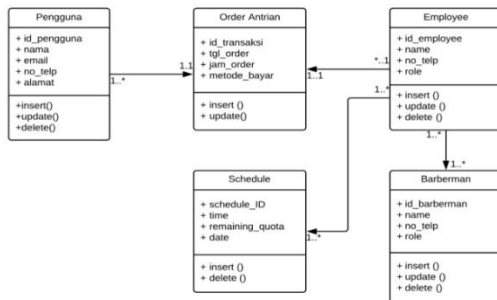
Gambar 3.1 Use Case Diagram Pengguna

3.1.3 Identifikasi Aktor

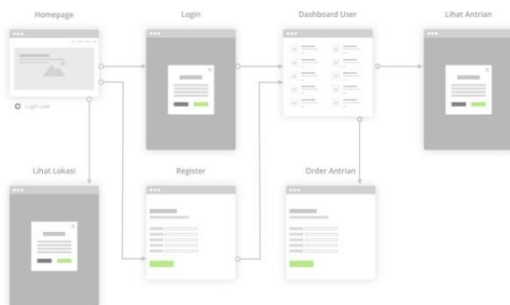
Aktor yang berperan dalam sistem ini adalah Pengguna dan administrator. Pengguna akan

melakukan registrasi terlebih dahulu untuk dapat melakukan beberapa aktivitas di aplikasi tersebut.

Setelah itu, Pengguna dapat pesan antrian, Melihat antrian, dan menukarkan point. Administrator akan mengelola data barberman, validasi pesanan antrian pengguna, mengelola jadwal (Schedule) dan menambahkan data barberman baru.



Gambar 3.2 Class Diagram



Gambar 3.3 Class Diagram User



Gambar 3.4 Sitemap

3.4 Desain Antar Muka



Gambar 3.5 Halaman *Homepage*



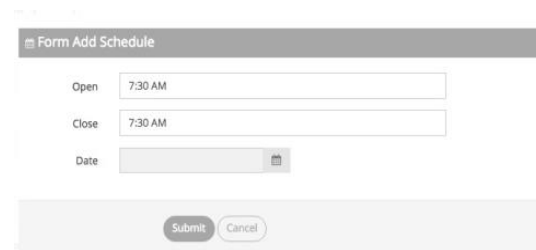
Gambar 3.6 Halaman *Login*



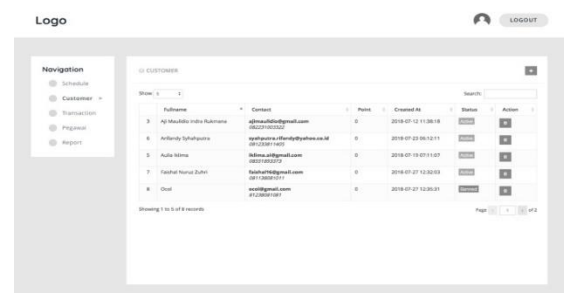
Gambar 3.7 Halaman *Register*



Gambar 3.8 Halaman *Kelola Schedule*



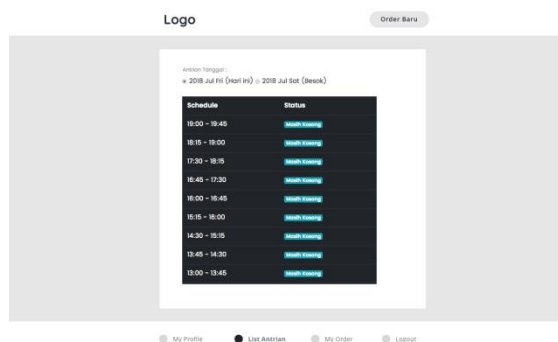
Gambar 3.9 Halaman *Tambah Schedule*



Gambar 3. 10 Halaman *Kelola Pengguna*



Gambar 3.11 Halaman Profil Pengguna



[Online] Available at:
<https://www.nngroup.com/articles/responsive-web-design-definition/> [Accessed 30 March 2018].

ROSA, A. S., 2013. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek. 2 ed. Bandung: Informatika.

Saputra, A., 2012. Membuat Aplikasi Absensi Dan Kuesioner untuk Panduan Skripsi. 2 ed. Jakarta: PT. Elex Media Koputindo.

Yudhistira Serdiansyah Alrio, A. P. K. H. M. A.-Z., 2018. Analisis Pengaruh User Experience Ride Sharing Application Terhadap Citra Merek Pada Pengguna Android dan iOS. Analisis Pengaruh User Experience Ride Sharing Application Terhadap Citra Merek Pada Pengguna Android dan iOS, Februari, 2(2), p. 1.

POLITEKNIK GORONTALO
Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Perancangan Dashboar untuk Monitoring Penerimaan Mahasiswa Baru.
(Margaretha Yohanna, Yolanda Y. P Rumapea)

Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Waigeo, Raja Ampat Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis).
(Simon I. Patty, Putri Sapira Ibrahim, Fione Yukita Yalindua)

Analisis Sifat Mekanis Perbandingan Campuran Komposit Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Matrix Epoxy untuk Material Kampas Rem Cakram.
(Saiful Arif,Dani Irawan, Muhamad Jainudin)

Peningkatan Mutu Ikan Roa (Hemarimphus sp.) Asap dengan Response Surface Method – Central Composite Design (RSM-CCD).
(Ingka Rizkyani Akolo, Rosdiani Azis)

Deteksi Bahan Kimia Pada Daging Ikan Konsumsi Menggunakan Metode Neural Network Berdasarkan Analisis Tekstur dan Warna.
(Salman Suleman, Rosy Pakaya)

Karakteristik Sifat Fisika dan Kimia Takakura Composting Asal Kulit Pisang Goroho Melalui Uji Kerja Kultur Kering BAL (Bakteri Asam Laktat).
(Desi Arisanti, Satria Wati Pade)

Karakteristik Heat Collector Tipe Solenoid Celup.
(Burhan Liputo, Arif Murtaqi Akhmad Mutsyahidan)

Uji Kinerja Mesin Diesel Generator Menggunakan Bahan Bakar Mode Sistem Dual Fuel Solar dan SYNGAS Hasil Gasifikasi dari Tongkol Jagung.
(Romi Djafar, Agus Ssusanto Ginting)

Variasi Binder Pati Sagu dengan Penambahan Ekstrak Kunyit (Curcuma Domestica) Pada Pembuatan Mi Sagu (Metroxylon Sagu) Kering
(Adnan Engelen, Nurhafnita)

Penerapan UX Gamification Pada Aplikasi Pemesanan Layanan Salon Berbasis Website Menggunakan Codeigniter Pada Salon Seventyrazor
(Andri Prasetyo, Samsul Arifin, Linda Suyi Rahmawati)

ISSN 2252 - 4002



9 772252 400235



9 772548 558268