

**Inovasi Pemuda Dalam Menjaga Keberlangsungan Air  
Sebagai Implementasi Teknologi Yang *Eco-Friendly*  
Terhadap Kontribusi *Sustainable Development Goals*  
(SDGs)**



**Muhammad Zawil Wafa Al-hafizh**

**+62 819-1912-1112 (WhatsApp)**

**SMAS Fatih Bilingual School Banda Aceh**

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan primer pada masyarakat yang terus menerus terkontaminasi pada *status quo* seiring berkembangnya revolusi industri 4.0. Keberadaan dan manfaat air menjadikannya elemen yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup. Pada dasarnya segala makhluk hidup di muka bumi ini membutuhkan air sebagai sumber untuk keberlangsungan kehidupannya. Kegelojohan manusia sendirilah yang mengakibatkan terjadinya degradasi kualitas air pada lingkungan adalah suatu hal yang wajar. Kerap sekali air bersih terkontaminasi oleh limbah-limbah yang berbahaya bagi tubuh dan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, persentase kehadiran pencemar domestik di dalam badan air sering dijadikan indikator maju tidaknya suatu negara (Utomo et al,2018). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menuturkan 59 persen sungai di Indonesia masih dalam kondisi tercemar berat, 26,6 persen tercemar sedang, 8,9 persen tercemar ringan. Hal tersebut mengakibatkan banyak masyarakat sulit untuk mengakses air bersih. Sekalipun air merupakan sumber daya yang terbatas, konsumsi air telah meningkat dua kali lipat dalam 50 tahun terakhir. Peningkatan akan kebutuhan air tersebut pun secara simultan juga diiringi dengan peningkatan kontaminasi air yang di latar belakang oleh beberapa faktor. Prospek peningkatan lebih lanjut mengakibatkan air dengan cepat kehilangan statusnya sebagai barang "bebas" (di daerah lembab) atau bahkan barang "murah" (di daerah gersang) (Milliam,1959). Sudah sepatutnya hak terhadap akses air bersih merupakan hak asasi manusia yang wajib terpenuhi secara konstitusional. Pemenuhan hak asasi manusia atas air bersih di Indonesia telah menjadi realita problematik. Sebagaimana data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa secara rata-rata nasional hanya 55,06 persen rumah tangga di Indonesia belum mendapatkan akses air minum yang bersih secara optimal. Di negara-negara berkembang, seperti Indonesia, pencemaran air (air permukaan dan air tanah) merupakan penyebab utama gangguan kesehatan manusia/penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di seluruh dunia, lebih dari 14.000 orang meninggal dunia setiap hari akibat penyakit yang ditimbulkan oleh pencemaran air.

## **Tahukah kamu bahwa deterjen yang kita gunakan setiap hari dapat mencemari air?**

Limbah cairan binatu merupakan salah satu contoh air bersih yang telah terkontaminasi oleh zat yang berbahaya bagi tubuh dan lingkungan sekitar. Kemunculan jasa binatu dapat memperburuk kualitas air disekitarnya karena usaha binatu ini tidak mendaur ulang limbah cair melainkan langsung dibuang ke selokan atau ke badan air secara terus menerus tanpa ada proses pengolahan. Penyebaran ini juga disebut *run off*. Limbah cair binatu di kontaminasi oleh berbagai zat kimia yang berbahaya, salah satunya surfaktan (sebagai bahan dasar deterjen) sebesar 20-30%, builders (senyawa fosfat) sebesar 70-80 %. Kebutuhan air untuk industri binatu rata-rata 15 L untuk memproses 1 kg pakaian dan menghasilkan sekitar 400 m<sup>3</sup> limbah cair per hari (Ciabatti, 2009).

## **Memang apa sih dampak deterjen pada lingkungan sekitar?**

Penyebaran limbah cair binatu yang mengandung fosfat akan menyebabkan eutrofikasi yang menyebabkan ledakan pertumbuhan populasi alga di permukaan air yang selanjutnya dapat menurunkan kadar oksigen di dalam air. Paparan langsung senyawa surfaktan ke tubuh dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, gangguan pernapasan, dan memicu risiko kanker.

Berdasarkan PERMEN LH No 5 Tahun 2014, kadar surfaktan yang diijinkan dalam limbah cair industri yaitu 3 mg/L. Sedangkan Batas konsentrasi fosfat terlarut yang diijinkan adalah 2 mg/L. Namun berdasarkan dari hasil uji sampel limbah cair binatu yang diambil dari pipa outlet bisnis laundry di desa Lamlagang, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh menunjukkan bahwasanya konsentrasi surfaktan dan fosfat melambung tinggi jauh melebihi batas baku mutu air limbah yakni surfaktan mencapai angka 11,02 mg/l dan fosfat di angka 5,66 mg/l.

## **Mengapa hal ini terjadi?**

Jika kita berbicara tentang isu pencemaran air bersih. Jelas ada kaitannya dengan minimnya kesadaran pada setiap individu pemuda pemudi bumi pertiwi dalam mewujudkan aksi kolaborasi untuk lingkungan dalam menyelesaikan permasalahan pencemaran yang sedang terjadi. Namun, faktor lain seperti kurangnya penerapan sanitasi air bersih juga menjadi dasar permasalahan.

Ironinya, tak segelintir pemuda dan masyarakat yang belum memandang permasalahan ini sebagai urgensi nyata. Hal tersebut dapat dilihat dengan mengkarakterisasi pemuda pada kondisi sistem sosial di *status quo*. Dewasa ini pemuda memiliki kecenderungan pola pikir, sikap dan tindak manusianya serta sebagian nilai-nilai yang ada dan berkembang dalam pemuda yang tidak mencerminkan sifat rasional dan bertanggungjawab terhadap pemanfaatan dan pengelolaan lingkungan. Dari data riset Kementerian Kesehatan diketahui dari 262 juta jiwa di Indonesia, hanya sekitar 52 juta orang yang memiliki kepedulian terhadap kebersihan lingkungan sekitar dan dampaknya terhadap kesehatan. Masyarakat Indonesia yang didominasi oleh anak muda dengan jumlah yakni 24,15 persen dari total penduduk Indonesia menjadikan anak muda sebagai generasi yang selalu dituntut. Maka dari itu dapat jelas dikatakan bahwasanya fungsi dan peran pemuda pada masyarakat memiliki nilai penting dalam pembangunan keseimbangan lingkungan dan masyarakat tersebut.

## **Kenapa harus pemuda?**

Ada Beragam definisi mengenai pemuda. Salah satu kriteria dasar yang lazim digunakan untuk mendefinisikan pemuda adalah rentang usia tertentu. UU Kepemudaan No. 40/2009 pasal 1 ayat 1 mendefinisikan pemuda sebagai mereka yang berumur antara 16-30 tahun. Namun rujukan terkait rentang usia hanya merupakan salah satu saja dari kompleksitas membaca kaum muda. Dalam bukunya “Menjadi Pemuda Harapan Bangsa”, Lestari mendefinisikan pemuda sebagai agen perubahan untuk seluruh elemen kehidupan: keluarga, masyarakat, bangsa, dan dunia (Lestari, 2016).



Terkesan begitu rumit dan monoton rasanya jika hanya mengkaji lebih dalam dari sebuah definisi. Namun jika dikemas lebih modern dan kekinian, terdapat tiga alasan besar untuk menjawab ambiguitas “kenapa harus pemuda?” yang selalu dituntut atas eksploitasi lingkungan dan air bersih.

“Dominasi pemuda”. Generasi dengan kontribusi populasi mencapai seperempat dari seluruh masyarakat Indonesia merupakan acuan yang kuat akan dominasi pemuda pada *status quo*. Akan tetapi tak hanya unggul secara kuantitas, dominasi tersebut juga tercermin dalam segi kualitas. Tumbuh dan kembang pada era digitalisasi memberikan lebih banyak kesempatan bagi pemuda dalam mengembangkan keterampilan dan karakteristik individu yang memungkinkan mereka untuk memberikan pengaruh yang signifikan pada komunitas.

“Agent of change”. Generasi muda yang didambakan sebagai *agent of change* pada lingkungan hidup memiliki responsibilitas yang besar dalam isu pencemaran air. *Agent of change* merupakan individu atau kelompok yang mampu memberi ide revitalisasi dan mengimplementasikannya untuk tujuan mempromosikan perubahan struktur atau tatanan sosial pada masyarakat. Setiap negara selalu berusaha untuk membangun pengetahuan, keterampilan, dan karakter pemuda sebagai investasi jangka panjang untuk memulai rotasi perubahan di masa depan. “Beri aku 10 pemuda, niscaya akan kuguncangkan dunia” Sebuah kalimat legendaris yang sempat dipekikkan oleh bapak proklamator, Bung Karno. Hal tersebut bukan lah sebuah nirwana yang dibesarkan-besarkan, implementasi dari kolaborasi antar pemuda yang pro-aktif akan membangun keberlangsungan kualitas sanitasi. Menciptakan kesadaran lingkungan di kalangan pemuda merupakan cara terbaik dalam menggerakkan perubahan lingkungan karena mereka adalah pemimpin masa depan, perencana, pembuat kebijakan dan pendidik lingkungan (Thapa, 1999).

“Inovasi kunci solusi”. Realisasi dari aksi kolaborasi pemuda yang efektif dan efisien dengan tujuan menyelesaikan tuntutan masyarakat akan persoalan lingkungan hidup dapat ditunjukkan dengan cara berinovasi teknologi yang *eco-*

*friendly* sehingga terwujudnya solusi yang preventif dan represif. Aksi ini telah ditunjukkan oleh segelintir pemuda yang ikut serta berkontribusi sebagai *agent of change* pada lingkungan perairan. Sebut saja penemuan teknologi *aero bubble* untuk kurangi pencemaran sungai oleh Universitas Gadjah Mada, penemuan Go Reter (Gerakan Optimis *Renewable Water*) oleh Universitas Brawijaya, dan masih banyak lagi. Penemuan-penemuan tersebut menunjukkan bahwasanya kemahiran pemuda dalam berinovasi merupakan fondasi yang kuat untuk melakukan perubahan.

Solusi alternatif terhadap penyelesaian isu limbah cair binatu adalah implementasi dari eksistensi sistem *Multi Soil Layering* (MSL) berbasis lumpur belerang dari sumber air panas krueng raya Aceh, yang dimanfaatkan oleh para pemuda SMAS Fatih Bilingual School dengan didasari konsep *eco-friendly* dengan harapan untuk mensukseskan tercapainya tujuan yang ke enam dan ke empat belas dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 yaitu air bersih dan sanitasi (6) dan kehidupan di bawah air (14) dapat menjadi benang merah dalam gagasan purifikasi sanitasi oleh kawula muda pada *status quo*.

## 2. SOLUSI

### Apa itu Multi Soil Layering?

*Multi Soil Layering* (MSL) adalah metode pengolahan limbah cair yang *eco-friendly* dengan memanfaatkan tanah sebagai media utama yang dibentuk dalam sebuah konstruksi susunan batu bata yang terdiri atas lapisan campuran tanah dengan 10-35% partikel besi, bahan organik dan lapisan perlit yang dilengkapi 2 zona pengolahan yaitu zona aerob pada lapisan perlit dan zone anaerob pada lapisan tanah (Eddy, 2008). Penggunaan tanah yang tepat sebagai media utama sangatlah berpengaruh dalam meningkatkan kualitas pengolahan limbah cair binatu menggunakan sistem MSL. Peneliti memilih lumpur belerang dari sumber air panas Krueng Raya (Aceh Besar) sebagai media utama dikarenakan tanah tersebut merupakan salah satu jenis tanah andosol. Tanah andosol merupakan golongan tanah yang paling umum digunakan dalam sistem MSL dikarenakan tanah andosol

mempunyai kemampuan terkontaminasi oleh zat-zat kimia sangat kecil dan mempunyai spesifik area yang luas. Inovasi sistem MSL ini diwujudkan dalam bentuk prototipe dimana limbah akan dialirkan ke dalam reaktor MSL dari pipa outlet. Prosedur kerja dalam melakukan pengolahan air limbah menggunakan reaktor MSL dapat dilakukan dengan tahapan disiapkan air limbah cair binatu berdasarkan masing-masing volume air limbah yang akan ditambahkan 1,5 Liter, 2 Liter dan 2,5 Liter, kemudian dimasukkan air limbah cair binatu yang telah disiapkan ke dalam reaktor MSL. Limbah cair binatu lalu diendapkan di dalam reaktor MSL dengan waktu detensi yang telah ditentukan yaitu 15 menit, 25 menit, dan 35 menit. Air limbah cair binatu yang telah diolah pada reaktor MSL, dimasukkan ke dalam botol sampel kemudian dilakukan pengujian kadar surfaktan, fosfat dan parameter pendamping yaitu pengujian kadar pH dan TSS.



**Gambar 1.** Reaktor *Multi Soil Layering* (MSL).

Sebelum limbah cair binatu dilakukan perlakuan remediasi dalam reaktor MSL. Limbah binatu telah dilakukan pengujian awal terlebih dahulu untuk melihat tingkat pencemarannya. Hasil analisis limbah binatu sebelum proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil analisis air limbah binatu sebelum proses pengolahan

| No | Parameter | Baku Mutu (PERMEN<br>LH No 5 Tahun 2014 | Hasil Uji | Satuan |
|----|-----------|-----------------------------------------|-----------|--------|
| 1  | Surfaktan | 3                                       | 11,02     | mg/L   |
| 2  | Phospat   | 2                                       | 5,66      | mg/L   |
| 3  | TSS       | 60                                      | 127       | mg/L   |
| 4  | pH        | 6,0-9,0                                 | 9,0       | -      |

Hasil yang didapat setelah dilakukannya penelitian ini yakni terjadinya penurunan angka pada kadar surfaktan, kadar fosfat, pH, dan *suspended solids* yang menunjukkan keberhasilan sistem MSL sebagai sistem remediasi limbah cair binatu. Hasil paling optimal atas pengujian dapat dilihat dari penurunan nilai kadar awal yang paling signifikan. Penurunan kadar surfaktan paling optimum ditunjukkan pada variasi perlakuan 2,5 Liter dan waktu detensi 35 menit dengan penurunan mencapai 1,08 mg/L; fosfat ditunjukkan pada variasi perlakuan 1,5 Liter dan waktu detensi 35 menit dengan penurunan hingga 1,25 mg/L; TSS ditunjukkan pada variasi perlakuan 2,5 Liter dengan waktu detensi 25 menit dan 2,5 Liter dengan waktu detensi 35 menit dengan penurunan mencapai 50 mg/L pada setiap variasi sampel; power of hydrogen (pH) ditunjukkan pada seluruh variasi perlakuan dengan penurunan hingga 6 dan 7.

#### **Seberapa efektif sih sistem MSL?**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai efisiensi dari masing-masing parameter yaitu Fosfat, Surfaktan, Power of Hydrogen (pH) dan Total Suspended Solid (TSS). Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Efisiensi penurunan kadar fosfat, surfaktan, TSS dan Penyisihan pH.

| No | Kombinasi Perlakuan | Efisiensi Fosfat (%) | Efisiensi Surfaktan (%) | Efisiensi TSS (%) | Penyisihan Kadar pH |
|----|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| 1. | 1,5 L/15 menit      | 62.19                | 1.54                    | 53.54             | 7                   |
| 2. | 1,5 L/25 menit      | 69.96                | 28.77                   | 56.69             | 7                   |
| 3. | 1,5 L/35 menit      | 77.92                | 43.92                   | 59.06             | 7                   |
| 4. | 2L/15 menit         | 52.30                | 46.91                   | 57.48             | 7                   |
| 5. | 2L/25 menit         | 54.95                | 58.98                   | 59.84             | 7                   |
| 6. | 2L/35 menit         | 54.77                | 74.32                   | 58.27             | 6                   |
| 7. | 2,5L/15 menit       | 60.42                | 74.77                   | 58.27             | 6                   |
| 8. | 2,5L/25 menit       | 48.41                | 75.05                   | 60.63             | 6                   |
| 9. | 2,5L/35 menit       | 65.55                | 90                      | 60.63             | 7                   |

Efisiensi tertinggi untuk kadar fosfat adalah 77,92 % pada perlakuan 1,5 Liter Limbah dengan waktu detensi 35 menit. Efisiensi tertinggi untuk kadar surfaktan adalah 90 % pada perlakuan 2,5 Liter dengan waktu detensi 35 menit. Efisiensi tertinggi untuk kadar TSS adalah 60,63 % pada perlakuan 2,5 Liter dengan waktu detensi 25 menit dan 35 menit. Efisiensi terbaik untuk penyisihan pH adalah tidak terlalu signifikan, akan tetapi terjadi penurunan pH dari basa ke netral dengan range pH 6-7.

### 3. PENUTUPAN

Ancaman akan keberlangsungan air yang timbul sebab kurangnya kolaborasi pemuda dan penerapan sanitasi air bersih. Inovasi *eco friendly Multi Soil Layering* (MSL) berbasis lumpur belerang dari sumber air panas krueng raya Aceh merupakan solusi alternatif yang efektif dan efisien dalam memberantas permasalahan kontaminasi limbah cair binatu pada ekosistem perairan di Indonesia. Hasil data analisis menunjukkan terjadinya penurunan angka kadar Surfaktan dan

Fosfat pada limbah cair binatu dan Pembentukan kenetralan pH dan penurunan *Total Suspended Solids* (TSS) yang menunjukkan adanya peningkatan kejernihan air setelah melewati proses sistem *Multi Soil Layering* (MSL). Peran pemuda teraktualisasi melalui penelitian ini untuk perwujudan poin ke 6 dan poin ke 14 *sustainable development goals* 2030 yaitu *clean water and sanitation* dan *life below water*.

Selama proses penelitian ini saran yang dapat dibagikan adalah mengenai penggunaan sistem MSL untuk remediasi limbah cair pada variabel yang berbeda dikarenakan sistem MSL cukup efisien dalam pengelolaan limbah cair. Dan juga pencucian ulang setiap bahan dasar sebelum dimasukkan ke dalam reaktor MSL sehingga didapatkannya hasil yang paling optimum

## DAFTAR PUSTAKA

Azca, M. N., Rahadiano, O. (2012). Mengapa Menerbitkan Jurnal Studi Pemuda?.  
JURNAL STUDI PEMUDA • VOL. I , NO. 1

Ciabatti, I, F. Cesaro, L.Faralli, E.Fatrella, & F.Togotti, 2009. Demonstration of a treatment system for purification and reuse of laundry wastewater, Desalination. Jakarta : Penebar swadaya

Eddy. (2008). Karakteristik Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol.2, No.2, p.20.

J. W. Milliman. (1959) "Water Law and Private Decision-Making: A Critique," *The Journal of Law & Economics*, Vol. 2,hlm. 41-48.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2020). STATUS LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA 2020

Lestari, A. (2016). Menjadi Pemuda Harapan Bangsa. Jakarta, Indonesia: PT Elex Media Komputindo.

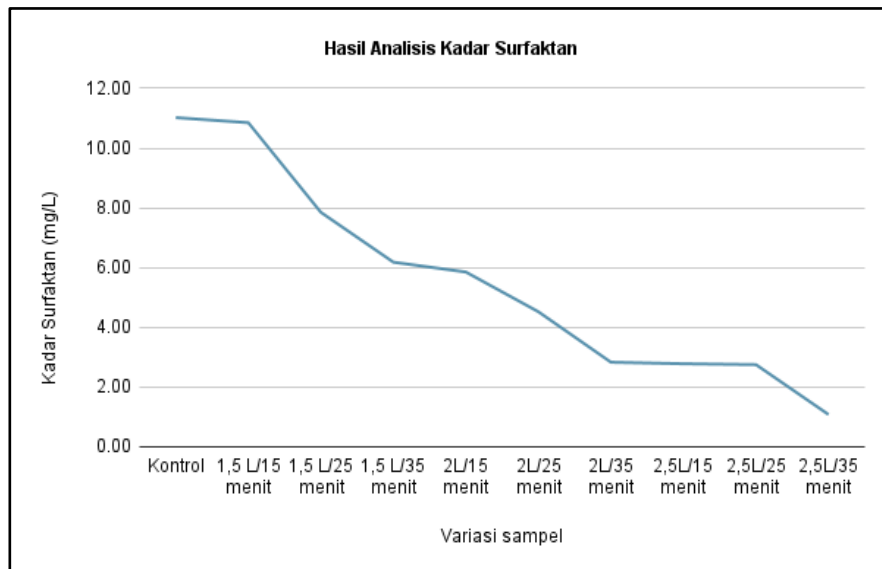
Thapa, B., 1999. Environmentalism: A Study of Undergraduate Students. Proceedings Symposium. April 11-14. 1999, Bolton

Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitria, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan kadar surfaktan anionik dan fosfat dalam air limbah laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan karbon aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127-140.

## LAMPIRAN

### 1. Tabel dan grafik hasil uji surfaktan

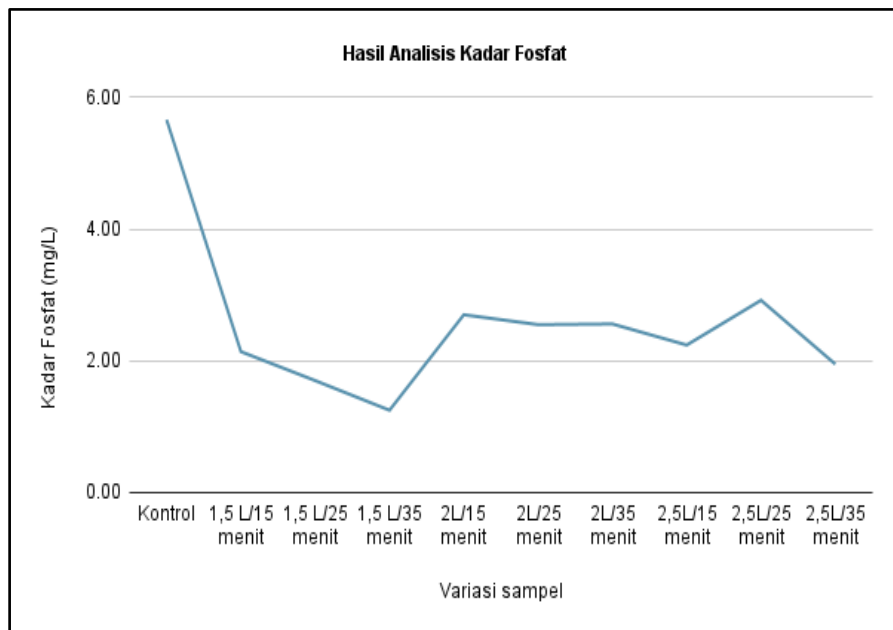
| <u>Variasi sampel</u> | <u>Konsentrasi Surfaktan</u> |
|-----------------------|------------------------------|
| <u>Kontrol</u>        | 11,02                        |
| <u>1,5 L/15 menit</u> | 10,85                        |
| <u>1,5 L/25 menit</u> | 7,85                         |
| <u>1,5 L/35 menit</u> | 6,18                         |
| <u>2L/15 menit</u>    | 5,85                         |
| <u>2L/25 menit</u>    | 4,52                         |
| <u>2L/35 menit</u>    | 2,83                         |
| <u>2,5L/15 menit</u>  | 2,78                         |
| <u>2,5L/25 menit</u>  | 2,75                         |
| <u>2,5L/35 menit</u>  | 1,08                         |





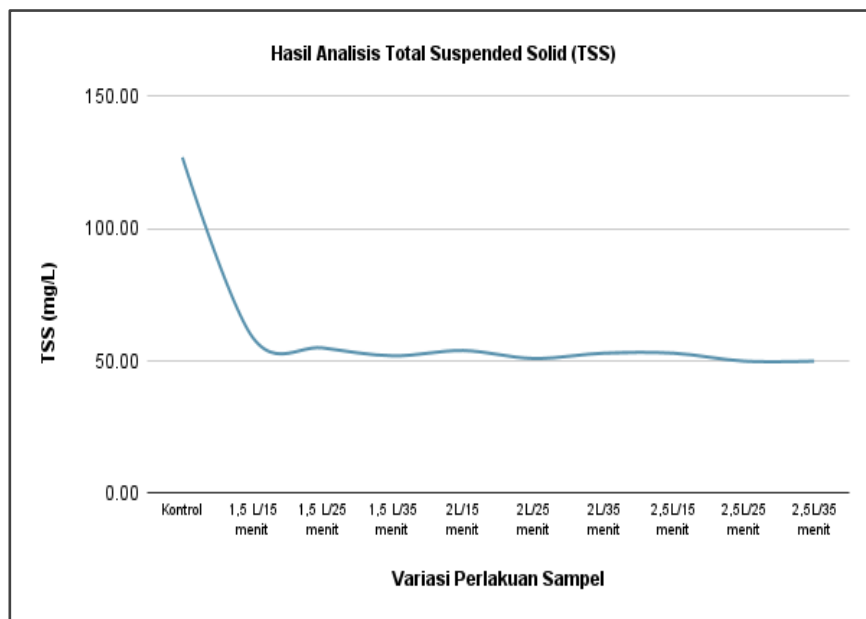
## 2. Tabel dan grafik hasil uji fosfat

| <u>Variasi sampel</u> | <u>Konsentrasi Fosfat</u> |
|-----------------------|---------------------------|
| <u>Kontrol</u>        | 5,66                      |
| <u>1,5 L/15 menit</u> | 2,14                      |
| <u>1,5 L/25 menit</u> | 1,70                      |
| <u>1,5 L/35 menit</u> | 1,25                      |
| <u>2L/15 menit</u>    | 2,70                      |
| <u>2L/25 menit</u>    | 2,55                      |
| <u>2L/35 menit</u>    | 2,56                      |
| <u>2,5L/15 menit</u>  | 2,24                      |
| <u>2,5L/25 menit</u>  | 2,92                      |
| <u>2,5L/35 menit</u>  | 1,95                      |



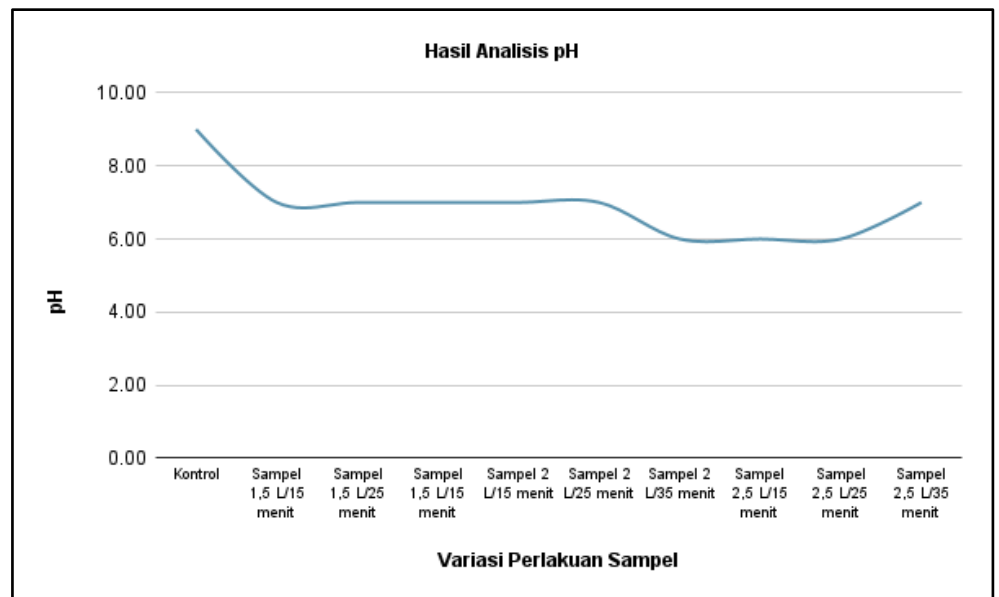
### 3. Tabel dan grafik hasil uji TSS

| <u>Variasi sampel</u> | <u>TSS (mg/L)</u> |
|-----------------------|-------------------|
| <u>Kontrol</u>        | 127               |
| <u>1,5 L/15 menit</u> | 59                |
| <u>1,5 L/25 menit</u> | 55                |
| <u>1,5 L/35 menit</u> | 52                |
| <u>2L/15 menit</u>    | 54                |
| <u>2L/25 menit</u>    | 51                |
| <u>2L/35 menit</u>    | 53                |
| <u>2,5L/15 menit</u>  | 53                |
| <u>2,5L/25 menit</u>  | 50                |
| <u>2,5L/35 menit</u>  | 50                |



#### 4. Tabel dan grafik hasil uji pH

| No | Sampel                | Baku Mutu<br>(PERMEN LH No 5<br>tahun 2014) | Hasil Uji |
|----|-----------------------|---------------------------------------------|-----------|
| 1  | Kontrol               | 6,0 - 9,0                                   | 9         |
| 2  | Sampel 1,5 L/15 menit | 6,0 - 9,0                                   | 7         |
| 3  | Sampel 1,5 L/25 menit | 6,0 - 9,0                                   | 7         |
| 4  | Sampel 1,5 L/15 menit | 6,0 - 9,0                                   | 7         |
| 5  | Sampel 2 L/15 menit   | 6,0 - 9,0                                   | 7         |
| 6  | Sampel 2 L/25 menit   | 6,0 - 9,0                                   | 7         |
| 7  | Sampel 2 L/35 menit   | 6,0 - 9,0                                   | 6         |
| 8  | Sampel 2,5 L/15 menit | 6,0 - 9,0                                   | 6         |
| 9  | Sampel 2,5 L/25 menit | 6,0 - 9,0                                   | 6         |
| 10 | Sampel 2,5 L/35 menit | 6,0 - 9,0                                   | 7         |





**EVERGREEN**  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
Kampus UI Depok, Depok, 16424  
tel. 62.8516.2701.059 email evergreenui2024@gmail.com

## **Plastoline (Plastic Gasoline) Pemanfaatan Sampah Plastik pada Variasi Polyethylene sebagai Bahan Bakar Minyak Alternatif menggunakan Metode Pirolisis**



### **PROPOSAL**

---

**Diajukan untuk Mengikuti *Scientific Paper Competition* Evergreen 2024**

Oleh:

Yazil Alkahar/0087228683

Chrysanda Bumi Pranata/0078360315

Richie leonard/0083743567

**SMAS FATIH BILINGUAL SCHOOL  
KOTA BANDA ACEH  
PROVINSI ACEH  
2024**



**EVERGREEN**  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
Kampus UI Depok, Depok, 16424  
tel. 62.8516.2701.059 email evergreenui2024@gmail.com

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Ketua : Yazil Alkahar  
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 20/09/2008  
NIM/NISN : 0087228683  
Asal Institusi/Sekolah : Fatih Bilingual School

Dengan ini menyatakan bahwa karya dengan judul : Plastoline (Plastic Gasoline) Pemanfaatan Sampah Plastik pada Variasi Polyethylene sebagai Bahan Bakar Minyak Alternatif menggunakan Metode Pirolisis adalah benar-benar hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiat dari karya tulis orang lain dan tidak sedang diikutsertakan pada perlombaan lain serta belum pernah mendapatkan penghargaan dalam bentuk karya yang sama. Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia didiskualifikasi dari kompetisi. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya, untuk dipergunakan sebagaimana seharusnya.

Banda Aceh, 4/09/2024

Yazil Alkahar,



Yazil Alkahar

0087228683

EVERGREEN 2024  
Environmental Health Student Association  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Indonesia

**ENV HSA**  
Environmental Health Student Association



**EVERGREEN**  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
Kampus UI Depok, Depok, 16424  
tel. 62.8516.2701.059 email evergreenui2024@gmail.com

### LEMBAR PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH

**Karya tulis ini diajukan untuk mengikuti lomba Evergreen 2024**

1. Judul Karya Tulis : Plastoline (Plastic Gasoline)  
Pemanfaatan Sampah Plastik pada Variasi Polyethylene sebagai Bahan Bakar Minyak Alternatif menggunakan Metode Pirolisis
  2. Ketua Tim
    - a. Nama Lengkap : Yazil Alkahar
    - b. Tempat Tanggal Lahir : Jakarta, 20/09/2008
    - c. NISN : 0087228683
    - d. Asal Sekolah : Fatih Bilingual School
    - e. No Hp / Email : yazilalkahar90@gmail.com
  3. Anggota Penulis
    - a. Nama Lengkap Anggota : Chrysanda Bumi Pranata
    - b. Nama lengkap Anggota 2 : Richie Leonard
  4. Guru Pembimbing
    - a. Nama Lengkap dan Gelar : Nabila humaira S. Si.
    - b. NIP
    - c. No Hp / Email : nabila\_humaira@fatih.sch.id
- Banda Aceh, 04,09, 2024

Mengetahui,

Guru Pendamping

(Nabila Humaira)

NIP-

Ketua Tim

(Yazil Alkahar)

0087228683

EVERGREEN 2024  
Environmental Health Student Association  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Indonesia

**ENV HSA**  
Environmental Health Student Association

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>JUDUL</b>                                            | <b>I</b>   |
| <b>PERNYATAAN PENELITI</b>                              | <b>II</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>                                | <b>III</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                       | <b>III</b> |
| <b>BAB I - PENDAHULUAN</b>                              | <b>1</b>   |
| 1.1. LATAR BELAKANG                                     | 1          |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH                                    | 3          |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN                                   | 3          |
| 1.4 MANFAAT PENELITIAN                                  | 3          |
| <b>BAB II - KAJIAN PUSTAKA</b>                          | <b>4</b>   |
| 2.1 Sampah Plastik                                      | 4          |
| 2.2 Bahan Bakar Ramah Lingkungan                        | 5          |
| 2.3 Pirolisis                                           | 5          |
| 2.3.1 mekanisme pirolisis                               | 6          |
| <b>BAB III - METODOLOGI PENELITIAN</b>                  | <b>7</b>   |
| 3.1 Tempat,waktu dan jadwal penelitian                  | 7          |
| A. Tempat                                               | 7          |
| B. Waktu                                                | 7          |
| C. Jadwal                                               | 7          |
| 3.3 Alat dan Bahan                                      | 7          |
| 3.4 Metode Penelitian                                   | 8          |
| 3.4.1 Literatur                                         | 8          |
| 3.4.2 Persiapan reaktor pirolisis                       | 8          |
| 3.4.3 Populasi Teknik Sampling                          | 8          |
| 3.4.4 Analisis senyawa aditif plastik setelah pirolisis | 9          |
| 3.5 Teknik Analisis Data                                | 9          |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                   | <b>10</b>  |

## **BAB I - PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Peningkatan konsumsi energi dan peningkatan timbunan sampah merupakan dua permasalahan besar yang muncul seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan energi terus meningkat, menyebabkan penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Di saat yang bersamaan, penggunaan sampah plastik terus meningkat, mengakibatkan penumpukan sampah plastik dalam jumlah besar.

kedua masalah ini menyebabkan masalah lingkungan yang sangat serius, terutama di Indonesia, yang merupakan negara dengan konsumsi bahan bakar fosil tertinggi, konsumsi minyak Indonesia dilaporkan sebesar 1,603.769 Barel/Hari pada tahun 2023. Rekor ini naik dibanding sebelumnya yaitu 1,597.396 Barel/Hari untuk tahun 2022. Data ini mencapai angka tertinggi sebesar 1,618.194 Barel/Hari pada tahun 2018. Sementara itu, sampah plastik, khususnya polyethene, sangat banyak menumpuk di tempat pembuangan sampah dan juga di jalanan, karena sifatnya yang murah dan mudah dibuat, plastik ini juga membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai secara alami. mengakibatkan limbah yang terus menumpuk dan terus menyebabkan masalah pada lingkungan.

PET (Polyethylene Terephthalate), LDPE (Low-Density Polyethylene), dan HDPE (High-Density Polyethylene) adalah jenis-jenis plastik yang beredar di dunia, semua jenis plastik tersebut memerlukan waktu 500-1000 tahun untuk dapat terurai (Geyer et al, 2017; Hopewell et al, 2009). Produksi dari plastik-plastik ini menyumbang pencemaran CO<sub>2</sub> di udara yang terbilang cukup banyak yaitu sekitar 3.4 kg CO<sub>2</sub> per kilogram PET, 1.9 kg CO<sub>2</sub> per kilogram LDPE, dan 1.8 kg CO<sub>2</sub> per kilogram HDPE (Plastics Europe, 2018). pencemaran mikroplastik, penguraian yang lama, dan produksi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan menjadi penyebab utama mengapa jenis plastik ini sangat merusak (Geyer et al, 2017; Plastics Europe, 2018).

Tiga jenis plastik yang akan digunakan pada penelitian kali ini memiliki daya bakar atau nilai kalor yang tinggi yaitu PET (Polyethylene Terephthalate) dengan nilai kalor sekitar 22-24 MJ/kj, LDPE (Low-Density Polyethylene) dengan nilai kalor sekitar 43 MJ/kg, HDPE (High-Density Polyethylene) memiliki nilai kalor sekitar 44-46 MJ/kg ( Lopez et al., 2011; Buekens & Huang, 1998; Arena et al., 2010 ). Daya bakar yang tinggi ini membuat plastik menjadi sumber daya potensial untuk digunakan melalui proses pirolisis. Tentu saja proses ini akan menghasilkan hidrokarbon dengan jumlah yang terbilang tinggi, akan tetapi kontrol emisi akan dilakukan guna menghindari polusi yang berbahaya bagi kesehatan (Mastellone et al., 2002).

Penggunaan plastik sebagai bioenergi memiliki potensi yang sangat tinggi, dikarenakan daya bakar yang tinggi membuat plastik jenis PET, LDPE, dan HDPE menjadi sumber bioenergi yang menjanjikan (Lopez et al., 2011). Kesuksesan pirolisis sangat bergantung



pada kualitas teknologi yang digunakan dimana kualitas kontrol emisi dan pengolahan limbah yang efektif menjadi penentu kualitas kesuksesan pirolisis (Arena et al., 2010)

Dalam upaya mengatasi ketiga masalah ini, diperlukan solusi yang inovatif yang tidak hanya akan mengurangi jumlah peningkatan sampah, tetapi solusi yang efisien dan ramah lingkungan, dan yang bisa menjadi sarana energi alternatif. Peningkatan konsumsi energi dan peningkatan timbunan sampah merupakan dua permasalahan besar yang muncul seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Indonesia yang merupakan negara dengan konsumsi bahan bakar fosil tertinggi, konsumsi minyak Indonesia dilaporkan sebesar 1,603.769 Barel/Hari pada tahun 2023. Rekor ini naik dibanding sebelumnya yaitu 1,597.396 Barel/Hari untuk tahun 2022. Data ini mencapai angka tertinggi sebesar 1,618.194 Barel/Hari pada tahun 2018.

Melihat dampak negatif yang begitu besar dari pemanfaatan energi fosil maka perlu dilakukan upaya penelitian terhadap bahan bakar alternatif yang diharapkan bisa dipakai secara luas bagi masyarakat serta ramah lingkungan. Salah satu energi alternatif yaitu pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan bakar primer yang diharapkan dapat menjadi salah satu solusi permasalahan krisis energi. Plastik memiliki sifat dapat diuraikan dalam tanah dengan waktu yang sangat lama sehingga keberadaannya hanya sebagai limbah dan menyebabkan masalah bagi lingkungan.

Karena itu, pendekatan baru diperlukan untuk mengatasi konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan dan guna mengurangi volume sampah plastik yang semakin tinggi demi menyesuaikan indikator kelayakan hunian sebagai substansi komlemen pada jenama ketujuh *Sustainable Development Goals*, yaitu membangun energi bersih dan terjangkau dan jenama ketiga belas *Sustainable Development Goals*, yaitu penanganan perubahan iklim . Salah satunya adalah proses pirolisis, yang mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Pirolisis merupakan proses dekomposisi bahan pada suhu tinggi, penelitian ini menggunakan pirolisis untuk mengubah sampah plastik, khususnya polyethylene, menjadi bahan bakar minyak alternatif yang memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan metode konvensional yang saat ini tersedia di pasar. Standar produk yg dihasilkan dari penelitian ini dari beberapa penelitian terdahulu didapatkan hasil berupa biosolar, dimana perbedaan pada viskositas antara biosolar dengan jenis bahan bakar yg lain berbeda secara bentuk fisik dan kimiawi.

Dan oleh karena itu, diharapkan biofuel dari sampah plastik pada metode pirolisis ini dapat bekerja dengan baik dan berkontribusi sebagai salah satu alternatif bahan bakar minyak bagi masyarakat sebagai solusi kelangkaan bahan bakar minyak dan isu lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik.

Selain itu yang membuat penelitian ini berbeda dari yang lain terletak pada tujuan dan proses dari penelitian, dimana tujuan kami yaitu untuk berkontribusi pada jenama Sustainable Development Goals ketujuh dan ketiga belas, penekanan kualitas emisi dan pengolahan limbah, lalu analisis perbandingan dengan bahan bakar minyak konvensional juga kami lakukan, membuat penelitian ini berbeda dari penelitian similar lainnya.

## **1.2. RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- Seberapa efektif metode pirolisis untuk bahan bakar minyak alternatif ?
- Bagaimana perbedaan yang dihasilkan dari variabel sampah yang berbeda sebagai bahan bakar ?
- Berapa persen kesamaan faktor terhadap bahan bakar minyak konvensional ?
- Bagaimana perbedaan variabel suhu terhadap hasil biofuel dari plastik ?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

- Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitasnya pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan bakar alternatif menggunakan sistem pirolisis.
- penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis perbedaan sampah plastik (LDPE), (PET), (HDPE) yang paling efektif sebagai bahan bakar alternatif.
- Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkalkulasi persentase kesamaan faktor fisik dan kimiawi antara variabel penelitian dan bahan bakar minyak konvensional
- Mencapai dua poin tujuan dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2035 yaitu membangun energi bersih dan terjangkau (7) dan penanganan perubahan iklim (13)

## **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Adapun beberapa manfaat yang dapat diambil pada penelitian ini adalah

- Memanfaatkan sampah plastik jenis LDPE, PET, HDPE sebagai bahan bakar minyak alternatif dengan metode pirolisis.
- Mengetahui hasil perbedaan sampah plastik LDPE, PET, HDPE yang paling efektif sebagai bahan bakar minyak alternatif

## BAB II - KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Sampah Plastik

Plastik adalah suatu material organik sintetik atau material organik semisintetik. plastik digunakan dalam kehidupan sehari-hari, pembungkus makanan, botol air mineral, kabel, pipa paralon, mainan anak, dll. Plastik berasal dari bahasa Yunani yaitu “Platikos” artinya mudah untuk dibentuk atau dicetak. Atau “Platos” artinya dicetak, karena sifat plastik yang mudah dicetak atau kekenyalannya. Ada dua macam tipe plastik yaitu Thermoplastics dan Thermosetting Polymer. Thermoplastics adalah jenis plastik yang tidak mengalami perubahan komposisi kimia ketika dipanaskan dan dapat dicetak kembali, misalnya Polyethylene, polystyrene, polyvinyl chloride dan polytetrafluoroethylene (PTFE). Thermosetting dapat dicairkan dan dibentuk tetapi hanya sekali. Setelah menjadi padat mereka akan tetap padat. Material dasar plastik berasal dari gas alam dan minyak bumi. Plastik akan terurai ketika dipanaskan beberapa ratus derajat Celsius. Kebanyakan plastik tersusun atas polimer dan karbon, dan hidrogen dengan oksigen, nitrogen, klorin atau sulfur (Dominggus G.H. Adoe et al 2016). Plastik juga merupakan material yang berbahan dasar polimer, contohnya adalah polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), high density polyethylene (HDPE), linear low density polyethylene (LLDPE), low density polyethylene (LDPE), polyester thermoplastics (PETE), polystyrene (PS), dan phenolic (Caglar, A & Aydinli, B. 2009). Sampah plastik memiliki komposisi sampah 16% di Indonesia. Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang memberikan ancaman serius terhadap lingkungan karena selain jumlahnya cenderung semakin besar, kantong plastik adalah jenis sampah yang sulit terurai oleh proses alam (non biodegradable) dan merupakan salah satu pencemar xenobiotik (<https://ppkl.menlhk.go.id>). Tidak hanya pencemar lingkungan, sampah plastik juga berbahaya bagi kesehatan manusia dan kerusakan ekosistem laut. Adapun klasifikasi sampah yang dibagi menjadi tiga yaitu: **LDPE, HDPE, PET** ditunjukkan pada (gambar 2.1.1).



Gambar 2.1 contoh plastik PET, HDPE, LDPE (www.kompasiana.com)

## 2.2 Bahan Bakar Ramah Lingkungan

Bahan bakar minyak bumi merupakan salah satu kebutuhan utama yang digunakan di berbagai negara. Kebutuhan minyak bumi yang semakin besar merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan cara mencari alternatif sumber energi yang lain, karena semakin menipisnya cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui (renewable). Diperkirakan pada tahun 2025 cadangan minyak bumi yang selama ini sudah banyak digunakan oleh Indonesia akan semakin menipis dan mungkin bisa habis (Afin & Kiono, 2021). Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan adalah biodiesel.

Biodiesel adalah ester lemak yang terbuat dari minyak nabati maupun minyak hewani yang diproses melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi dan dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel (Darmoko dan Cheryan, 2000).

Bahan bakar ramah lingkungan, juga dikenal sebagai bahan bakar bersih, bahan bakar hijau, atau biofuel, adalah jenis bahan bakar yang diproduksi dan digunakan dengan tujuan mengurangi polusi udara, gas rumah kaca, dan efek negatif lainnya terhadap sumber daya alam, udara, dan ekosistem.

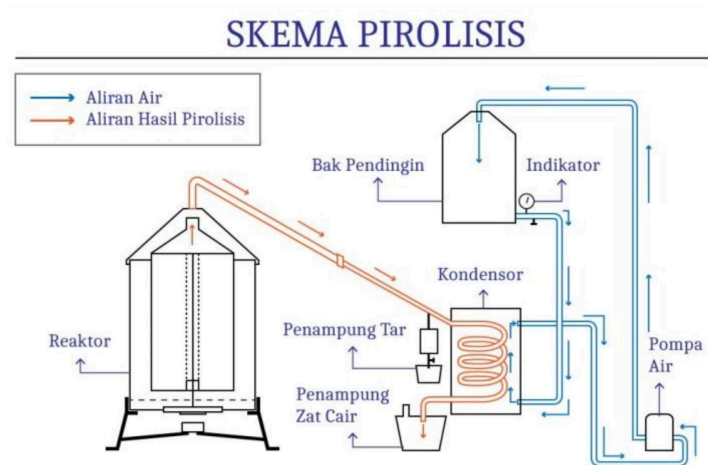
## 2.3 Pirolisis

Pirolisis, juga dikenal sebagai "termolisis", adalah proses pemanasan kimia yang memecahkan struktur kimia material mentah menjadi fase gas. Industri kimia sering menggunakan proses ini untuk menghasilkan arang, karbon akrilat, dan karbon dioksida. Komponen yang tidak stabil secara termal akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Sejak abad ke-18, pirolisis sudah digunakan untuk menganalisis suatu komponen tanaman. Namun, proses ini sudah dikenali masyarakat untuk membuat arang, yang biasanya berasal dari sisa tumbuhan (Itoh *et al*, 1982). Pirolisis yaitu dekomposisi kimia material organik dengan proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen kimia lainnya dimana bahan mentah akan mengalami penguraian struktur kimia menjadi fase gas. Teknik seperti ini dapat menghasilkan gas pembakaran dimana berguna

dan aman untuk lingkungan. Proses pirolisis ini memecah hidrokarbon rantai karbon panjang dari polimer plastik menjadi rantai hidrokarbon rantai pendek, selanjutnya molekul- molekul ini didinginkan menjadi fase cair.

### 2.3.1 mekanisme pirolisis

Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230°C, dan dilakukan tanpa oksigen atau dengan oksigen yang terbatas, sebelum proses pirolisis dimulai semua jenis plastik harus diremukkan, ketika proses pirolisis sedang terjadi, struktur plastik akan mengalami dekomposisi, dekomposisi ini terjadi karena suhu atau energi termal nya sudah melewati energi rantai molekul. Proses pirolisis membutuhkan waktu sekitar 3-4 jam. Per kilogram sampah plastik dapat menghasilkan setengah liter cairan minyak. Metode pirolisis kontinyu hanya dapat digunakan pada sistem yang berjalan tanpa berhenti dan sangat efisien karena tidak memerlukan ruang kosong atau ruang diisi ulang. Industri besar yang membutuhkan produk dalam skala besar lebih cocok untuk menggunakan metode ini. pirolisis dibagi menjadi dua jenis berdasarkan kecepatan reaksi. Pirolisis lambat terjadi pada suhu pembakaran 150 °C hingga 300 °C, menghasilkan lebih banyak char atau residu. Pirolisis cepat terjadi pada suhu 300 °C hingga 700 °C, menghasilkan wax, gas, dan char atau residu. (Ratnasari 2011). Penelitian ini akan menggunakan pirolisis batch dan tipe pirolisis cepat . Selama proses pirolisis, uap panas atau asap yang dihasilkan dari pembakaran biomassa mengalir ke pipa yang dihubungkan dengan kondensor, Asap hasil proses pirolisis yang mengalir menuju kondensor akan mengalami perubahan fasa karena proses pendinginan atau pengembunan. Skema pirolisis bisa dilihat di gambar 2.3



Gambar 2.3 skema pirolisis (Suyanto 2019)

## BAB III - METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat,waktu dan jadwal penelitian

#### A. Tempat

pengumpulan sampah plastik akan dikutip menggunakan tangan dan dipisahkan sesuai jenis plastik LDPE, HDPE, dan PETE. Semua pemakaian reaktor pirolisis akan dikerjakan di FMIPA USK, pembuatan kertas ilmiah dan penelitian semua dilakukan di sekolah fatih bilingual school

#### B. Waktu

Perumusan proposal ini dilaksanakan sejak november 2023 sampai januari 2024

#### C. Jadwal

penelitian ini dilakukan selama lima bulan, tahap tahap untuk penelitian ini ditunjukan seperti berikut. Pertama penelusuran literatur terkait penelitian ini dilakukan selama pembuatan proposal, Kedua penyusunan proposal dilakukan selama lima bulan.

### 3.3 Alat dan Bahan

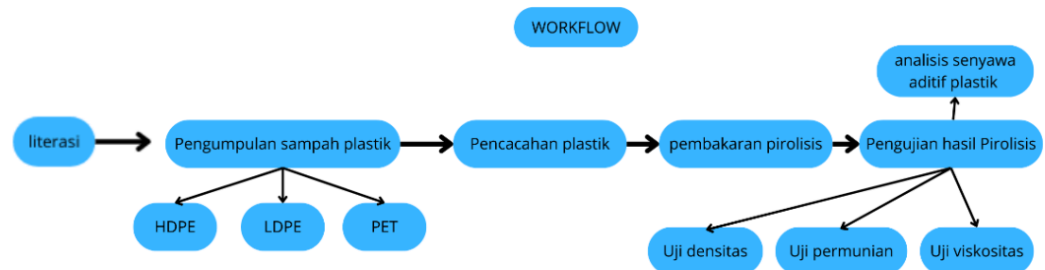
Adapun Alat dan Bahan yang digunakan di penelitian ini ditunjukan pada tabel 3.3 dibawah ini :

Tabel 3.3 Alat dan Bahan

| No | alat dan bahan      | jumlah     |
|----|---------------------|------------|
| 1  | reaktor pirolisis   | 1          |
| 2  | plastik PET         | secukupnya |
| 3  | plastik HDPE        | secukupnya |
| 4  | plastik LDPE        | secukupnya |
| 5  | timbangan           | 1          |
| 6  | thermocouple        | 1          |
| 7  | thermocouple reader | 1          |
| 8  | stopwatch           | 1          |

### 3.4 Metode Penelitian

Adapun tahapan metode pada penelitian ini yang bisa dilihat di gambar berikut:



gambar peta pikiran *workflow*

#### 3.4.1 Literatur

Pada penelitian ini, peneliti melakukan penelusuran literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Literatur yang diperoleh berasal dari jurnal penelitian dan berbagai sumber yang lainnya.

#### 3.4.2 Persiapan reaktor pirolisis

Sebelum melanjutkan penelitian ini diharuskan adanya persiapan reaktor pirolisis, pastikan semua bagian reaktor pirolisis terpasang dengan baik, plastik yang sudah diremukkan dimasukan kedalam silinder atau reaktor pirolisis. Tempat pembakaran diisi arang dan solar sebagai bahan bakar, pemanas reaktor si sesuaikan dengan jenis pirolisis cepat dan batch yaitu pada suhu 450°C dan 500°C, setelah mencapai suhu tersebut , penghitungan waktu dimulai Setelah terjadi pembakaran matikan blower dan ditutup tempat pembakaran pada alat pirolisis hingga suhu mulai meningkat, operasi akan dihentikan dan dikosongkan ketika sudah tidak ada cairan minyak yang dihasilkan, dan akan diisi ulang karena pemakaian pirolisis tipe batch, untuk melakukan kedua suhu dan ketiga jenis plastik.

#### 3.4.3 Populasi Teknik Sampling

Di penelitian ini semua plastik yang kami akan gunakan, akan dikutip dari jalanan dekat sekolah sma fatih bilingual school, dan akan dipisahkan sesuai kategori PETE, HDPE, dan LDPE. Plastik PETE digunakan karena plastik dapat menghasilkan gas tertinggi yaitu 45,40%, plastik HDPE digunakan karena plastik HDPE karena plastik ini dapat menghasilkan *wax* tertinggi yaitu 69,91% (Wisnujati 2020) , dan plastik LDPE digunakan karena plastik ini paling banyak ditemukan di tong sampah dan di jalanan karena sifatnya yang hanya bisa digunakan sekali.

#### 3.4.4 Analisis senyawa aditif plastik setelah pirolisis

Senyawa aditif adalah bahan kimia yg ditambahkan kedalam plastik saat produksi, residu ini harus dianalisis dan dikurangkan, karena sifatnya yang susah terdegradasi, adanya sisa-sisa senyawa aditif ini dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar dan berpotensi mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan menganalisis dan mendapatkan plastik yang paling sedikit menghasilkan sisa residu, plastik yang paling bagus untuk digunakan pada sistem pirolisis akan diketahui.

### 3.5 Teknik Analisis Data

Berikut hasil Teknik Analisis Data dari penelitian ini adalah :

Faktor I adalah proporsi jenis plastik (P) yaitu:

P1 = LDPE

P2 = HDPE

P3 = PET

Faktor II adalah suhu pembakaran (S) yaitu:

S1 = 450°C

S2 = 550°C

Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

P1S1 : LDPE; dan suhu pembakaran 450°C

P1S2 : LDPE; dan suhu pembakaran 550°C

P2S1 : HDPE; dan suhu pembakaran 450°C

P2S2 : HDPE; dan suhu pembakaran 550°C

P3S1 : PET; dan suhu pembakaran 450°C

P3S2 : PET; dan suhu pembakaran 550°C

Konversi dari beberapa jenis plastik menjadi *liquid dan residu (solid)* dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut (Fazal Mabood, 2010) :

A. Menghitung % *yield* total

$$\%Yield \text{ Total} = (\text{Massa Plastik} - \text{Massa Residu})$$

B. Menghitung % *yield liquid* Massa Plastik  $\%Yield \text{ Liquid} = \text{Massa Liquid}$

C. Menghitung % *yield residu* Massa Plastik  $\%Yield \text{ Residu} = \text{Massa Residu}$ .

Penelitian ini terdapat pengujian hipotesis statistik adalah sebuah pengujian yang menggunakan rangkaian data numerik sebagai penentu penelitian. Perbedaan antara variabel pada pengujian ini yaitu terdiri atas 2 variabel pengujian diantaranya adalah jenis plastik dan suhu pembakaran

### 3.6 Mekanisme Uji densitas hasil minyak pirolisis

Densitas adalah ukuran massa per satuan volume pada suatu zat. Pada minyak, densitas mempengaruhi nilai kalor suatu bahan bakar dan performa mesin, densitas yang terlalu



sedikit atau terlalu banyak akan merusak kualitas bahan bakar, bahan bakar dengan densitas yang tepat dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon (Speight, J. G. (2014). Ada juga densitas yang optimal untuk bahan bakar, yaitu adalah 720-775 kg/m<sup>3</sup> pada bahan bakar bensin (Demirbas, A. (2008). Densitas bisa diukur dengan rumus :

$$p = \frac{m}{v}$$

p = densitas benda

m = massa benda

v = volume benda

### 3.7 Mekanisme uji viskositas hasil minyak pirolisis

Viskositas adalah ukuran resistansi sebuah cairan terhadap deformasi, secara sederhana viskositas mengukur kekentalan suatu cairan, semakin kental semakin tinggi viskositas cairan tersebut. Pada minyak, viskositas mengacu pada seberapa mudah bahan bakar tersebut mengalir, jika viskositas bahan bakar terlalu tinggi, akan lebih susah untuk dipompa, disemprotkan, dan didistribusikan dalam sistem yang membutuhkan bahan bakar (Knothe, G., Krahel (2010). Ada juga viskositas optimal untuk bahan bakar, yaitu adalah 0,5 hingga 1,5 cP (Obert, E. F. (1973). Viskositas bisa diukur dengan rumus :

$$\mu = \frac{F * L}{A * v}$$

μ = viskositas cairan

F = gaya yang diperlukan untuk menggerakkan air

L = ketebalan lapisan cairan

A = area cairan

v = kecepatan cairan bergerak

## BAB IV - HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik visual minyak hasil pirolisis

Data yang diambil akan disimpan)?? dan dikomparasikan antar ketiga plastik yaitu adalah plastik LDPE, HDPE, PET, dan kedua suhu pembakaran yaitu 450°C, 550°C.

Karakteristik visual minyak hasil pirolisis bisa dilihat di tabel dibawah.

| PLASTIK | SUHU  | KARAKTERISTIK MINYAK HASIL PIROLISIS                                                        |
|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| LDPE    | 450°C | Minyak bisa berwarna kuning sampai oranye, sedikit keruh, dan memiliki konsistensi encer    |
|         | 550°C | Minyak berwarna gelap, oranye pekat hingga coklat gelap, minyak memiliki konsistensi kental |
| HDPE    | 450°C | Minyak bisa berwarna kuning hingga coklat muda, tekstur encer dengan sedikit partikel halus |
|         | 550°C | Minyak berwarna gelap, coklat gelap, memiliki konsistensi yang lebih kental                 |
| PET     | 450°C | Minyak berwarna kuning muda hingga coklat, tekstur berkeruh                                 |
|         | 550°C | Minyak berwarna gelap, coklat tua hingga hitam, konsistensi kental                          |

Tabel 4.1 karakteristik visual minyak hasil pirolisis

### 4.2 Uji densitas hasil minyak pirolisis

Hasil uji densitas terhadap minyak hasil pirolisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

| PLASTIK | SUHU  | DENSITAS (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|-------|-------------------------------|
| HDPE    | 450°C | 0.820 g/cm <sup>3</sup>       |
|         | 550°C | 0.835 g/cm <sup>3</sup>       |
| LDPE    | 450°C | 0.795 g/cm <sup>3</sup>       |
|         | 550°C | 0.810 g/cm <sup>3</sup>       |
| PET     | 450°C | 0.875 g/cm <sup>3</sup>       |
|         | 550°C | 0.890 g/cm <sup>3</sup>       |

Tabel 4.2 Uji densitas hasil minyak pirolisis

Ketiga jenis plastik tersebut menunjukkan peningkatan kepadatan seiring dengan kenaikan suhu dari 450°C menjadi 550°C. Menurut pada tabel (4.2 Uji densitas hasil minyak pirolisis) dapat dilihat kondisi termal dari HDPE, LDPE, dan PET. pada penelitian ini PET adalah material yang paling tinggi massa jenis dari minyak yang dihasilkan karena memiliki kepadatan material tertinggi di antara dua jenis plastik yang lain.

### 4.3 Uji viskositas hasil pirolisis

Hasil uji densitas terhadap minyak hasil pirolisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

| PLASTIK | SUHU  | VISKOSITAS (centipoise) |
|---------|-------|-------------------------|
| HDPE    | 450°C | 4.0 cP                  |
|         | 550°C | 3.7 cP                  |
| LDPE    | 450°C | 4.5 cP                  |
|         | 550°C | 4.1 cP                  |
| PET     | 450°C | 3.5 cP                  |
|         | 550°C | 3.2 cP                  |

Tabel 4.3 Uji viskositas hasil pirolisis

Pada tabel (4.3 Uji viskositas hasil pirolisis) mengenai perilaku termal HDPE, LDPE, dan PET dalam uji viskositas. Ketika suhu meningkat dari 450°C menjadi 550°C, ketiga jenis variasi plastik *Polyethylene* menunjukkan penurunan viskositas, yang menunjukkan peningkatan fluiditas. PET adalah material dengan viskositas terendah pada kedua suhu.

## **BAB V - KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji densitas hasil minyak pirolisis pada penelitian ini menghasilkan nilai densitas tertinggi pada jenis plastik PET sebesar 0.890 g/cm<sup>3</sup>, dan pada suhu 550°C
2. Uji viskositas hasil minyak pirolisis pada penelitian ini menghasilkan nilai viskositas tertinggi pada jenis LDPE sebesar 4.5 cP, dan pada suhu 450°C
3. Hasil uji minyak pirolisis dari plastik HDPE, LDPE dan PET, memiliki kemiripan dengan jenis bahan bakar minyak (bio solar)

### **5.2 Saran**

Dilakukanya penelitian terhadap jenis bahan plastik yang lain dan menggunakan variasi suhu yang lebih kompleks. Serta uji *octane number* agar dapat mendapatkan hasil yang maksimal, dan tentunya akan menjadi bahan bakar alternatif yang dapat dipakai berkelanjutan, dan mendukung poin *SDGS* ke 7 & ke 13

## DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, D. G., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., & Soekwanto, F. A. (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, 3(1), 17-26.
- Afin, A. P., & Kiono, B. F. T. (2021). Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020–2050: Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(2), 144-122.
- Arini, W., & Lovisia, E. (2020). Pengembangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Sebagai Media Belajar Berbasis Lingkungan Pada Materi Suhu Dan Kalor Di Smp Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 14(1), 22-35.
- Caglar, A., & Aydinli, B. (2009). Isothermal co-pyrolysis of hazelnut shell and ultra-high molecular weight polyethylene: The effect of temperature and composition on the amount of pyrolysis products. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 86(2), 304-309.
- Santoso, F. D (2021). Apa Itu Pirolisis? Bisa Ubah Sampah Plastik Jadi BBM. [pertamina.com](https://www.pertamina.com). diakses pada 22/11/2023
- Damanhuri, E., Wahyu, I. M., Ramang, R., & Padmi, T. (2009). Evaluation of municipal solid waste flow in the Bandung metropolitan area, Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 11, 270-276.
- Darmoko, D., & Cheryan, M. (2000). Continous Production of Palm Methyl Ester. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 77, 1269-1272.
- Demirbaş, A. (2005). Relationship between initial moisture content and the liquid yield from pyrolysis of sawdust. *Energy Sources*, 27(9), 823-830.
- Endang, K., Mukhtar, G., Nego, A., & Sugiyana, F. A. (2016). Pengolahan sampah plastik dengan metoda pirolisis menjadi bahan bakar minyak. In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (p. 6).
- Itoh, T., Matsuyama, A., Widjaya, C. H., Nasution, M. Z., & Kumendong, J. (1982). Compositional of nira palm juice of high sugar content from palm tree. In *Proceedings of IPB-JICA International Symposium on Agricultural Product, Processing and Technology*.
- Mulyono, N., Wijaya, C. H., Fardiaz, D., & Rahayu, W. S. (2012). Identifikasi komponen kimia damar mata kucing (*Shorea javanica*) dengan metode pirolisis-GC/MS. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 155-159.
- NN. "Mengurangi Penggunaan Tas Belanja Plastik Sekali Pakai". Ditjen PPKL - KEMENLHK

NN. (2017). Kembangkan Pirolisis, Zahrul Ubah Sampah Jadi BBM. news.uad.ac.id. Diakses November 1, 2023

Ratnasari, F. (2011). Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit Dengan Teknik Pirolisis Untuk Produksi Bio-Oil. *Universitas Diponegoro*.

Suyanto, G. R., & Harahap, S. (2019, April). Analisis Penggunaan Campuran Minyak Hasil Pirolisis Dan Pertalite Sebagai Bahan Bakar Genset Ep 1000. In *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (pp. 1-32).

.Zuhra, C. F. (2003). Penyulingan. Pemrosesan Dan Penggunaan Minyak Bumi, Digitized USU digital library, Medan.

NN 2021

NN 2023

NN 2024

Andika Wisnujati & FerriawanYudhanto (2020) . Analisis karakteristik prilisis limbah plastik *low density polyethylene* (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif

Lopez, A., de Marco, I., Caballero, B. M., Laresgoiti, M. F., & Adrados, A. (2011). Pyrolysis of municipal plastic wastes: Influence of raw material composition. *Waste Management*, 31(12), 2171-2175.

Roland Geyer , Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law (2017\_ Production, use, and fate of all plastics ever made

Jefferson Hopewell, Robert Dvorak and Edward Kosior (2009) Plastics recycling: challenges and opportunities

(2018) <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2018-2/>

A. López, I. de Marco, B.M. Caballero, M.F. Laresgoiti, A. Adrados, A. Torres (2011). Pyrolysis of municipal plastic wastes II: Influence of raw material composition under catalytic conditions

A.G. Buekens, H. Huang (1998). Catalytic plastics cracking for recovery of gasoline-range hydrocarbons from municipal plastic wastes

Umberto Arena , Lucio Zaccariello , Maria Laura Mastellone (2010). Fluidized bed gasification of waste-derived fuels

M.L. Mastellone, F. Perugini, M. Ponte, U. Arena 7 March (2002.) Fluidized bed pyrolysis of a recycled polyethylene

Geyer et al, 2017; Hopewell et al, 2009

PlasticsEurope, 2018

(Speight, J. G. (2014)

(Knothe, G., Krahel (2010)

(Obert, E. F. (1973)

**Biodata Ketua**

|                                                           |   |                                              |
|-----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|
| Kode Registrasi Project:                                  | : | OPSISMA24-29841059                           |
| Nama Lengkap                                              | : | Yazil Alkahar                                |
| NISN                                                      | : | 0087228683                                   |
| Posisi dalam penelitian                                   | : | Ketua                                        |
| Jenis Kelamin                                             | : | Laki-Laki                                    |
| Tempat Lahir                                              | : | Jakarta                                      |
| Tanggal Lahir                                             | : | 20/09/2008                                   |
| Kelas                                                     | : | 10                                           |
| peminatan/jurusan                                         | : | MIPA                                         |
| Alamat Rumah                                              | : | Jalan: Jl. Mata Ie Keutapang                 |
|                                                           | : | kelurahan/desa: -                            |
|                                                           | : | kecamatan: Kec. Darul Imarah                 |
|                                                           | : | kabupaten/kota: Kab. Aceh Besar, Prov. Aceh  |
|                                                           | : | provinsi: banda aceh                         |
| Nomor Telepon Rumah                                       | : | -                                            |
| Nomor Ponsel                                              | : | +62 823-1151-8460                            |
| E-mail Siswa                                              | : | yazilalkahar90@gmail.com                     |
| Nama Ibu Kandung                                          | : | Cut Mila Fitri                               |
| Ukuran Kaos/T-shirt                                       | : | XL                                           |
| Kompetisi penelitian yang pernah diikuti 2 tahun terakhir | : |                                              |
| Nama Sekolah                                              | : | Nama Sekolah: Fatih Bilingual School         |
| Status Sekolah                                            | : | Swasta                                       |
| Alamat Sekolah                                            | : | Jalan: JL. SULTAN MALIKUL SALEH NO. 103      |
|                                                           | : | Kecamatan: Kec. Banda Raya                   |
|                                                           | : | Kabupaten/kota : Kota Banda Aceh, Aceh 23232 |
| Email Sekolah                                             | : | info@fatih.sch.id                            |



**Biodata Anggota**

|                                                           |   |                                             |
|-----------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------|
| Kode Registrasi Project:                                  | : | OPSISMA24-29841059                          |
| Nama Lengkap                                              | : | Richie leonard                              |
| NISN                                                      | : | 0083743567                                  |
| Posisi dalam penelitian                                   | : | Anggota                                     |
| Jenis Kelamin                                             | : | Laki-Laki                                   |
| Tempat Lahir                                              | : | Medan                                       |
| Tanggal Lahir                                             | : | 06/03/2008                                  |
| Kelas                                                     | : | 10                                          |
| peminatan/jurusan                                         | : | MIPA                                        |
| Alamat Rumah                                              | : | Jalan: Jl. KH Ahmad Dahlan, Kp. Baru        |
|                                                           | : | kelurahan/desa: -                           |
|                                                           | : | kecamatan: Kec. Baiturrahman                |
|                                                           | : | kabupaten/kota: Kota Banda Aceh, Aceh 23116 |
|                                                           | : | provinsi: banda aceh                        |
| Nomor Telepon Rumah                                       | : | -                                           |
| Nomor Ponsel                                              | : | 082273732000                                |
| E-mail Siswa                                              | : | Richieleonard0603@gmail.com                 |
| Nama Ibu Kandung                                          | : | Eny Chen                                    |
| Ukuran Kaos/T-shirt                                       | : | M                                           |
| Kompetisi penelitian yang pernah diikuti 2 tahun terakhir | : |                                             |

**Biodata Pembimbing**

|                            |   |                               |
|----------------------------|---|-------------------------------|
| Nama Lengkap               | : | Nabila humaira S. Si.         |
| Jenis Kelamin              | : | Perempuan                     |
| Mata Pelajaran             | : | Biologi                       |
| NUPTK /Nomor register guru | : | 3652776677230082              |
| Nomor ponsel               | : | 0823 6418 0206                |
| Email                      | : | nabila031@guru.sma.belajar.id |

**Efektivitas *Biochar* dari Kulit Buah Nipah (*Nypa Fruticans*) dan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*) sebagai Media Filtrasi Kandungan Logam Berat Besi (Fe), COD, BOD, TSS dan pH Pada Limbah Cair Lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.**



**Oleh:**

- 1. Muhammad Fathur Rizqi**
- 2. Rasya Akhund Zada**
- 3. Mahatir Achmad Arahman**
- 4. Akbar Mubarak**

**SMAS FATIH BILINGUAL SCHOOL**

**BANDA ACEH**

**2024**

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Limbah cair yang mengandung besi terlarut dalam bentuk Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Besi dalam bentuk Ferro mudah teroksidasi menjadi besi dalam bentuk Ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) dengan adanya oksigen di udara (Febrina and Ayuna, 2015). Bakteri *Crenothrix* dan *Gallionella* dapat memanfaatkan  $\text{Fe}^{2+}$  sebagai sumber energi dalam pertumbuhannya dan dapat mengendapkan  $\text{Fe}^{3+}$ . Semakin tinggi kadar  $\text{Fe}^{2+}$  menjadikan pertumbuhan bakteri sangat cepat yang berakibat tersumbatnya saluran pipa (Febrina and Ayuna, 2015). Logam besi yang berada di dalam tanah mudah mengalami oksidasi dan reduksi. Dengan adanya reaksi biologis dari bakteri pada kondisi anaerob, maka unsur Fe dalam tanah akan tereduksi sehingga menjadi besi yang terlarut. Peristiwa oksidasi dan reduksi besi di dalam tanah menyebabkan besi akan masuk ke dalam irigasi. Kelarutan Fe juga dipengaruhi oleh pH. Kelebihan kandungan besi dalam lingkungan dapat mengakibatkan air tanah terkontaminasi dan mengganggu kelangsungan makhluk hidup lainnya. Logam Fe di dalam tanah akan diserap oleh tanaman melalui akar. Kadar Fe yang tinggi di dalam tanah akan menyebabkan tanaman mengakumulasi Fe di dalam tubuhnya sehingga menyebabkan keracunan (Apriyanti and Candra, 2018).

Tingginya kadar besi yang berada dalam tubuh manusia akan mengakibatkan penyakit seperti keracunan, kanker, liver dan hemokromatis (Jenti and Nurhayati, 2014). Dalam tubuh, besi diperlukan sebagai pembentukan hemoglobin. Dalam dosis yang cukup tinggi, besi dapat merusak jaringan dinding usus (Febrina and Ayuna, 2015).

Media filtrasi yang digunakan untuk penyaringan limbah ini dapat berupa berbagai jenis material, termasuk serat kaca, keramik, karbon aktif, atau bahkan *biochar* yang dihasilkan dari biomassa. *Biochar* atau *charcoal*, atau disebut *agri-char* merupakan substansi arang kayu yang berpori, hasil sisa pembakaran tidak sempurna yang mengandung karbon tinggi. *Biochar* juga memiliki struktur pori-pori dan luas permukaan yang besar, yang dapat memberikan area yang lebih besar untuk menangkap dan menyerap polutan. Sifat ini meningkatkan kapasitas *biochar* untuk menyaring dan mengikat zat kimia berbahaya. *Biochar* mampu mengurangi resiko perubahan iklim, dan *biochar* tidak mengalami pelapukan lebih lanjut, sehingga cenderung stabil hingga puluhan tahun (Susila, 2022). (Kristanto, 2013) menyatakan bahwa biomassa merupakan salah satu sumber energi yang paling umum dan mudah diakses yang dapat diolah menjadi bioenergi yaitu kulit buah nipah, dan juga dapat

mengurangi konsentrasinya logam berat Fe dalam limbah lindi. Kulit buah nipah adalah limbah pertanian yang melimpah dan seringkali diabaikan. Namun, bahan alam ini memiliki potensi besar sebagai media filtrasi yang efektif dalam menangkap polutan logam berat. Melalui pendekatan ilmiah yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai peran biochar dalam mengatasi permasalahan lingkungan dan mengurangi limbah logam berat dan mendukung terciptanya air bersih dan aman pada lingkungan seperti tujuan dari Sustainable Development Goals.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

- Seberapa efektif penggunaan *biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa sebagai media filtrasi logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH.
- Apa saja perubahan yang terjadi pada *biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa setelah menjadi media filtrasi logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH.
- Apakah *biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

- Menganalisis efektivitas *Biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa yang digunakan sebagai media filtrasi logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH.
- Menganalisis kandungan kimia *biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa.
- Menguji efektivitas biochar dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa dalam menurunkan kadar logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Lingkungan**

- Mengurangi tingkat pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH pada limbah lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.

- Kontributor dapat menangani isu pencemaran udara yang disebabkan oleh logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH pada limbah lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.

#### **1.4.2 Bagi Masyarakat**

- Peningkatan kesadaran akan pentingnya menghindari pencemaran logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH pada limbah lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.
- Memberikan upaya alternatif kepada masyarakat untuk menggunakan *biochar* dari kulit buah nipah dan tempurung kelapa sebagai media filtrasi logam berat besi (Fe) COD, BOD, TSS dan pH pada limbah lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.

#### **1.4.3 Bagi Peneliti**

- Meningkatkan kepedulian akan pentingnya menjaga lingkungan sekitar.
- Memacu minat dan bakat serta curiositas dalam hal penelitian lingkungan
- Meningkatkan analisis kognitif terhadap suatu masalah yang kemudian dikaji dalam sebuah karya ilmiah.

## **BAB 2. LANDASAN TEORI**

### **2.1 Biochar**

Biochar merupakan arang hasil pirolisis biomassa pada suhu rendah dan oksigen terbatas. Biochar dapat menyimpan karbon dari atmosfer dalam jangka waktu lama, mengurangi dampak gas rumah kaca. Karbon ini terperangkap dalam struktur pori biochar yang resisten terhadap dekomposisi.

### **2.2 Air Lindi**

Tumpukan sampah di TPA menghasilkan cairan berwarna cokelat tua yang disebut *leachate*. Air tersebut dapat merembes dan masuk ke pori-pori tanah lalu bercampur dengan air tanah (*groundwater*) maupun air permukaan. Jika terkontaminasi, kontaminan tersebut dapat terpapar ke lingkungan sekitar TPA (SEPA, 2002). Air lindi mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik yang tinggi. Sebagai benda cair, air lindi akan mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah. Air lindi dapat masuk ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah sampai dengan 200 meter, atau mengalir di permukaan tanah dan bermuara pada aliran sungai. Hal ini dapat menyebabkan tercemarnya air tanah atau air sungai. Air lindi juga dapat mencemari sumber air minum pada jarak 100 meter dari sumber pencemaran (Mahardika 2010).

### **2.3 Logam Berat**

Logam berat merupakan unsur penting yang diperlukan makhluk hidup. Sebagai *trace element*, Dalam kadar yang sesuai logam berat esensial seperti Selenium (Se), Besi (Fe), Besi (Fe), dan Seng (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sebaliknya logam berat non esensial (*micro element*) tidak memiliki fungsi didalam tubuh manusia, bahkan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia diantaranya Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Besi (Fe), dan Arsenik (As). Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat pada kulit bumi dan tidak dapat terdegradasi atau dihancurkan dan merupakan zat berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Arifah, 2018).

Logam berat yang mencemari lingkungan baik di udara, air, dan tanah berasal dari proses alami dan kegiatan industri. Proses alami dapat berasal dari bebatuan gunung berapi yang memberikan kontribusi ke lingkungan udara, air, dan tanah. Kegiatan industri, pertambangan, pembakaran bahan bakar, serta kegiatan domestik lain yang mampu meningkatkan kandungan logam di lingkungan udara, air, dan tanah yang dilakukan manusia dapat mencemari lingkungan (Widowati, 2008). Kadmium dan Timbal yang berasal dari pengolahan akhir dapat masuk ke tanah, lindi, dan air tanah. Logam tersebut berbahaya bagi kehidupan organisme, pencernaan, dan kulit (Anita, 2015).



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Titik pengambilan sampel limbah berada di UPTD RPH Kota Banda Aceh yang terletak di desa Gampong Pande, kecamatan Kutaraja, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Gambar 3.1 menggambarkan peta lokasi yang sangat dekat dengan perumahan penduduk sehingga diperlukan pengolahan limbah sesuai dengan ketentuan yang berlaku.



**Gambar 3.1.** Peta Lokasi Pengambilan Sampel

#### 3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat. Untuk pengambilan sampel air lindi dilakukan di TPA Gampong Jawa, Kuta Raja, Banda Aceh dengan pendampingan dari guru pembimbing. Untuk melakukan penelitian Fitoremediasi dan pengambilan sampel uji dilakukan di laboratorium biologi, Fatih Bilingual School. Sedangkan untuk pengujian sampel dilakukan di laboratorium Analisis Lingkungan Balai Riset dan Standardisasi Industri (Baristand) Kota Banda Aceh. Dan untuk analisis data dilakukan di laboratorium biologi Fatih Bilingual School.

#### 3.1.2 Waktu

Penelitian dilakukan mulai dari 1 Februari 2024 sampai dengan 11 Maret 2024.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Alat**

- |                                               |                                     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| - Spektrofotometer Ultraviolet <i>visible</i> | - Botol Sampel                      |
| - Lakmus                                      | - Hand gloves                       |
| - Alat tulis                                  | - Jerigen                           |
| - Laptop                                      | - Masker                            |
| - Timbangan                                   | - Penggaris                         |
| - Gelas ukur                                  | - Kuvet                             |
| - Reaktor Kaca                                | - Cawan porselen - Spiritus         |
| - Keran                                       | - Filter Paper - Filter flask glass |
|                                               | - Corong                            |

#### **3.2.2 Bahan**

- Sampel air lindi
- Tempurung kelapa
- Kulit Nipah
- Air bersih

### **3.3 Metode Penelitian**

- Eksperimen Lapangan

Pada tahapan eksperimen lapangan proses-proses yang dilakukan antara lain, survey tempat, merancang sistem filtrasi, proses pembuatan biochar, pengujian efektivitas biochar sebagai remediator, mengamati kondisi air selama beberapa hari dan mencatat data yang didapat meliputi jumlah kandungan logam Besi (Fe), COD, BOD, TSS dan pH pada kolam lindi TPA Gampong Jawa, Kota Banda Aceh.

- Studi Literatur

Pada penelitian ini, peneliti melakukan studi literatur yang berkaitan dan menunjang berjalannya proses penelitian ini. Sumber literatur diperoleh dari berbagai jurnal, buku, laman, dan berbagai

sumber lainnya.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Survey Lapangan**

Memastikan keadaan tempat penelitian dalam kondisi yang baik dan seluruh variabel penelitian terdapat di tempat penelitian. Sehingga penelitian berjalan sesuai dengan yang sudah direncanakan dengan didampingi oleh pembimbing.

#### **3.4.2 Pembuatan Prototype Filtrasi**

Pembuatan Prototype Filtrasi membutuhkan 2 komponen Biochar antara lain adalah arang tempurung kelapa dan arang kulit nipah. Prototype filtrasi biochar dalam penelitian ini menggunakan reaktor kaca yang pada dasar Permukaannya diisi dengan lapisan kerikil setinggi 5 cm, kemudian lapisan biochar arang tempurung kelapa setinggi 3 cm, di atasnya terdiri dari arang kulit nipah setinggi 3 cm dan di lapisan paling atas diisi air lindi yang telah dicampur air biasa, dengan perbandingan 50:50.

#### **3.4.3 Pengambilan Sampel Penelitian**

Air lindi yang mengandung logam Besi (Fe) diambil sesuai dengan standar keamanan penelitian. Lalu dialirkan ke prototype filtrasi, dan didiamkan selama 4 jam, lalu sampel air lindi yang telah melalui proses filtrasi akan diambil selama beberapa kali dengan jarak interval 1,2,3,4 jam dan dilakukan pengujian di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (Baristand).

#### **3.4.4 Spektrofotometer Ultraviolet *Visible***

Spektrofotometer merupakan alat untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer merupakan gabungan dari alat optik dan elektrik serta sifat-sifat kimia fisiknya. Spektrofotometri UV Vis adalah gabungan antara spektrofotometri UV dan Visible. Alat ini menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visible. Larutan yang dianalisis diukur serapan sinar ultraviolet atau sinar tampaknya. Konsentrasi larutan yang dianalisis

akan sebanding dengan jumlah sinar yang diserap oleh zat yang terdapat dalam larutan tersebut. Spektrofotometri UV-vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (200 –350 nm) dan sinar tampak (350 – 800 nm) oleh suatu senyawa.

### 3.5 Analisis data

#### - **Pengukuran Logam Berat Besi (Fe)**

Pengukuran logam berat besi (Fe) dilakukannya pengujian dan perhitungan kadar logam harus melewati proses destruksi. Adapun langkah-langkah sebagai berikut: Ambil 100 mL larutan uji dan dimasukkan kedalam erlenmeyer Tambahkan 10 mL larutan HNO<sub>3</sub> Saring sampel menggunakan kertas ukuran 42 Salin sampel ke dalam botol vial 20 mL Gambar 3.4 Pengukuran Logam Berat Pengujian dilakukan dengan pembuatan larutan contoh uji, larutan baku logam Besi (Fe) 100 mg/L, larutan baku logam Besi (Fe) 10 mg/L, larutan kerja logam Besi (Fe). Setelah diketahui kandungan Besi (Fe) pada setiap titik sampling, dibuat grafik berdasarkan konsentrasi Besi (Fe) untuk mengetahui pola sebaran Besi (Fe) di lokasi penelitian. Konsentrasi logam Besi (Fe) dapat dihitung sebagai berikut: Menaruh Erlenmeyer di atas hotplate dengan suhu 150°C hingga larutan berjumlah 10 mL Setelah proses destruksi, bilas Erlenmeyer dengan aquadest sampai berjumlah 100 mL dan menaruh ke dalam labu ukur 100 mL

$$\text{Fe (mg/L)} = C \times fp$$

C = Konsentrasi yang didapat hasil pengukuran Fp = Faktor pengencer

Jika kandungan logam berat tidak dapat dibaca oleh instrumen karena terlalu tinggi konsentrasi, maka akan dilakukan pengenceran yang berguna untuk mendeteksi kandungan tersebut.

#### - **Pengukuran BOD**

Dalam pengukuran BOD pada limbah cair laboratorium dilakukan dengan

metode winkler yang menggunakan titrasi iodometri (SNI 06-6989.72-2009).

- **Pengukuran COD**

Dalam pengukuran COD menggunakan metode titrimetri dimana zat organik di dalam air dioksidasi dengan  $\text{KmnO}_4$  direduksi oleh asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan  $\text{KmnO}_4$  (SNI 06-6989.22-2004).

- **Derajat keasaman (pH)**

Dalam pengukuran pH limbah cair dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal yaitu dengan mencelupkan kertas pH pada limbah dan mencocokkannya pada trayek pH.

- **Pemeriksaan TSS**

TSS (*Total Suspended Solid*) ditentukan dengan metode Gravimetri. Sebanyak 100 mL aquades disaring dengan kertas Whatman nomor 42, kemudian kertas saring tersebut dipanaskan di dalam oven dengan suhu C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, setelah itu ditimbang berat awalnya. Diambil 100 mL sampel air lindi dengan menggunakan kertas saring yang telah diketahui beratnya, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit, lalu ditimbang sampai berat akhirnya konstan (Alaerts, 1984 dalam Irmanto, 2012).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, B., Dahal, K. R., & Nath Khanal, S. (2008). A Review of Factors Affecting the Composition of Municipal Solid Waste Landfill Leachate A Review of Factors Affecting the Composition of Municipal Solid Waste Landfill Leachate 1\*. *Certified International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 9001(5). <https://www.researchgate.net/publication/269397323>
- Ali, M. (2011). Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. In *UPN Press*.
- Andreas Corsinus Koestomo. (2011). Pengelolaan Sampah. *Academia*.
- Anisa, S., Darwin, D., & Yasar, M. (2019). Pengaruh Aplikasi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Air Lindi (Leachate) Secara Aerobik Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(3), 125–134. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i3.11544>
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, 3(1), 19–22. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/SNP-Unsyiah/article/download/6858/5659>
- Iskandarsyah, T. Y. W. M. (2017). Peran Batuan Dasar Dalam Upaya Meminimalisasi Penyebaran Air Lindian Sampah (. *Bulletin of Scientific Contribution*, 5(3), 159–171.
- Maulana, A., & Mursiti, S. (2017). Bioremediasi Logam Pb pada Limbah Tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 256–261.
- Poole, K. (2011). *Pseudomonas aeruginosa*: Resistance to the max. *Frontiers in Microbiology*, 2(APR), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00065>
- Samantha, R., & Almalik, D. (2019). 肖沉 1, 2, 孙莉 1, 2Δ, 曹杉杉 1, 2, 梁浩 1, 2, 程焱 1, 2. *Tjyybjb.Ac.Cn*, 3(2), 58–66. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Sari, R. N., & Afdal, A. (2017). Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 6(1), 93–99. <https://doi.org/10.25077/jfu.6.1.93-99.2017>
- Subyakto, K. (2015). Azas Ultimum Remedium Ataukah Azas Primum Remedium Yang Dianut Dalam Penegakan Hukum Pidana Pada Tindak Pidana Lingkungan Hidup Pada UU Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan

- Lingkungan Hidup. *Jurnal Pembaharuan Hukum*, 2(2), 209–213.  
<http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/PH/article/view/1431>
- Sukrorini, T., Budiastuti, S., Ramelan, A. H., & Kafiari, F. P. (2014). Kajian Dampak Timbunan Sampah Terhadap Lingkungan Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta. *Jurnal EKOSAINS*, 6(3), 56–70.
- Syamsuddin, F., Bakar, M. A., & Mala, N. (2015). The Subsurface Resistivity Studies In Gampong Jawa Waste Disposal Banda Aceh. *Jurnal Natural*, 12(1), 17–20.
- Vidali. (2013). Bioremediasi Limbah Merkuri dengan Menggunakan Mikroba pada Lingkungan yang Tercemar. *Jurnal Istek*, 5(1), 139–148.
- Widowati. (2015). Profil Penyebaran Logam Berat Di Sekitar Tpa Pakusari Jember. *Skripsi. Universitas Jember.*, 1–70.  
[https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&q=PROFIL+PENYEBARAN+LOGAM+BERAT+DI+SEKITAR+TPA+PAKUSARI+JEMBE&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=PROFIL+PENYEBARAN+LOGAM+BERAT+DI+SEKITAR+TPA+PAKUSARI+JEMBE&btnG=)
- Adhikari, B., Dahal, K. R., & Nath Khanal, S. (2008). A Review of Factors Affecting the Composition of Municipal Solid Waste Landfill Leachate A Review of Factors Affecting the Composition of Municipal Solid Waste Landfill Leachate 1\*. *Certified International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 9001(5). <https://www.researchgate.net/publication/269397323>
- Ali, M. (2011). Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. In *UPN Press*.
- Andreas Corsinus Koestomo. (2011). Pengelolaan Sampah. *Academia*.
- Anisa, S., Darwin, D., & Yasar, M. (2019). Pengaruh Aplikasi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Air Lindi (Leachate) Secara Aerobik Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(3), 125–134.  
<https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i3.11544>
- Barella. (2010). No Title 210, 1994, بُيمارِيهَي دَاخِلِي.
- Centeno, M. (2012). No Title طَرَق تَدْرِيس اللُّغَة الْعَرَبِيَّة. *Экономика Региона*, 32.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir ( TPA ) Sampah Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, 3(1), 19–22.  
<http://jurnal.unsyiah.ac.id/SNP-Unsyiah/article/download/6858/5659>
- Iskandarsyah, T. Y. W. M. (2017). Peran Batuan Dasar Dalam Upaya Meminimalisasi Penyebaran Air Lindian Sampah (. *Bulletin of Scientific Contribution*, 5(3), 159–171.
- Manam, R. (n.d.). *WWW.ijrea.com*.

Maulana, A., & Mursiti, S. (2017). Bioremediasi Logam Pb pada Limbah Tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 256–261.



**MAKALAH PENELITIAN INDONESIA SCIENCE PROJECT  
OLYMPIAD (ISPO)**

**NICOTRACT - Efektivitas *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller*  
Arduino sebagai Sensor Pendeteksi Kadar Nikotin sebagai Media Edukasi  
dan Pencegahan Penggunaan Vape pada Remaja**



**Teuku Dylan Ali  
Muhammad Irhab Nabil**

**Kategori Teknologi Rekayasa**

**SMAS Fatih Bilingual School  
Banda Aceh  
Aceh  
2024**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

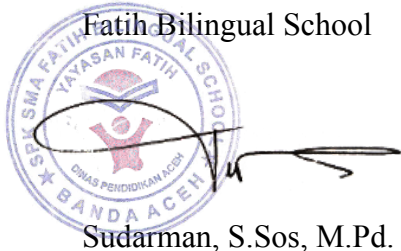
Nama Lengkap : Teuku Dylan Ali  
Asal Sekolah : SMA Fatih Bilingual School

Nama Lengkap : Muhammad Irhab Nabil  
Asal Sekolah : SMA Fatih Bilingual School

Dengan ini menyatakan bahwa karya dengan judul **“NICOTRACT - Efektivitas *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino sebagai Sensor Pendeteksi Kadar Nikotin untuk media Edukasi dan Pencegahan Penggunaan Vape pada Remaja”** belum pernah dipublikasikan dalam perlombaan sebelumnya serta tidak mengandung unsur plagiat di dalamnya.

Jika di kemudian hari ditemukan ketidakbenaran informasi, maka saya bersedia didiskualifikasi dari status juara jika nanti menjadi juara dalam perlombaan ini.

Menyetujui  
Kepala Sekolah SMA  
Fatih Bilingual School



Sudarman, S.Sos, M.Pd.

Guru Pembimbing



Nabila Humaira, S.Si.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang hanya dengan pertolongan-Nyalah segala masalah dapat diselesaikan. Dengan segala rahmat, hidayah, serta inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul **“NICOTRACT - Efektivitas *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino sebagai Sensor Pendeteksi Kadar Nikotin sebagai Media Edukasi dan Pencegahan Penggunaan Vape pada Remaja”**. Karya tulis ilmiah ini dibuat dan disusun dalam rangka mengikuti kegiatan Indonesia Science Project Olympiad (ISPO).

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sudarman S.Sos, M.Pd. Selaku Kepala Sekolah SMA Fatih Bilingual School Banda Aceh, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk mengikuti kegiatan ini;
2. Ibu Nabila Humaira S.Si. Selaku Guru yang membimbing penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini; dan
3. Semua guru SMA Fatih Bilingual School Banda Aceh yang telah mendukung penulis, baik dukungan moral maupun dukungan materi;

Kami menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Penulis

## Abstrak

*Vaping* dan pengaruh besar dari tren *vaping* menyebar ke seluruh negara di Asia dengan sangat cepat. Rokok elektrik menyebabkan adiksi nikotin dalam bentuk cairan, penyebaran berbagai zat perisa (*flavoring*) dalam bentuk cairan vape, yang menyebabkan iritasi pernapasan dan meningkatkan kemungkinan perokok pemula. Hal ini disebabkan oleh stigma yang salah tentang rokok elektrik, yang dianggap lebih aman daripada rokok konvensional tanpa menyadari kandungan nikotin yang dapat menimbulkan efek kecanduan atau ketergantungan, merusak jaringan otak, kerusakan jantung, kerusakan paru-paru serta kerusakan pada hati pengguna. Sementara upaya yang dilakukan saat ini untuk mencegah tren penggunaan rokok elektrik pada remaja tidaklah cukup pada sosialisasi, akan tetapi diperlukan alat yang dapat mendeteksi zat berbahaya yang terkandung dalam tiap liquid rokok elektrik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat Nicotine Tracker (NICOTRACT), perangkat yang akan menjadi solusinya. Sirkuit NICOTRACT Sensor MQ-3 digunakan untuk mengukur konsentrasi nikotin dalam cairan vaping. Mikrokontroler Arduino akan mulai membaca data dari sensor hasil udara ekspirasi yang dikeluarkan dari pipa NICOTRACT. Arduino akan mengubah data yang terdeteksi menjadi satuan ppm, dan akan menampilkan satuan ppm serta info di layar monitor LCD berdasarkan tiga klasifikasi yaitu, Non-Perokok (sekitar 0-99 ppm nikotin), Perokok Pasif (100-200), Perokok Aktif (lebih dari 200 ppm nikotin). Hasil penelitian NICOTRACT mendeteksi nikotin dan menampilkan hasil pengukuran kadar nikotin dengan perbandingan jarak sumber udara ekspirasi di LCD sesuai dengan satuan ppm nikotin di pengguna napas. NICOTRACT dengan mudah mengklasifikasikan antara sampel ekspirasi perokok aktif, sampel sedang dan sampel bukan perokok sehingga NICOTRACT merupakan solusi yang lebih murah, terjangkau dan efisien sebagai media pendeteksi dan edukasi remaja dibandingkan dengan pendeteksi rokok konvensional.

**Kata Kunci :** Rokok elektrik, nikotin, cairan vape, NICOTRACT, ekspirasi, perokok aktif, perokok pasif.

## Abstract

*Vaping* and the huge influence of vaping trends spread to all countries in Asia very quickly. Vape causes nicotine addiction in liquid form, the distribution of various flavoring substances (*flavoring*) in the form of vape liquid, which causes respiratory irritation and increases the likelihood of first-time smokers. This is caused by the wrong stigma about vape, which are considered safer than conventional cigarettes without realizing the nicotine content they contain causes the effects of addiction or dependency, damages brain tissue, heart damage, lung damage and damage to the user's liver.

Meanwhile, current efforts to prevent the trend of e-cigarette use among teenagers are not enough socialization. However, a tool is needed that can detect the dangerous substances contained in each e-cigarette liquid. This research aims to create a Nicotine Tracker (NICOTRACT), a device that will be the solution. The NICOTRACT Sensor MQ-3 circuit is used to measure the concentration of nicotine in vaping liquid. The Arduino microcontroller will start reading data from the expiratory air output sensor released from the NICOTRACT pipe. Arduino will convert the detected data into ppm units, and will display ppm units and info on the LCD monitor screen based on three classifications, namely, Non-Smoker (around 0-99 ppm nicotine), Passive Smoker (100-200), Active Smoker (more than 200 ppm nicotine). The results of the NICOTRACT research detect nicotine and display the results of measuring nicotine levels by comparing the distance to the exhaled air source on the LCD according to the ppm unit of nicotine in the user's breath. NICOTRACT easily classifies expiratory samples from active smokers, moderate samples and non-smoker samples so that NICOTRACT is a cheaper, more affordable and efficient solution as a medium for detecting and educating teenagers compared to conventional cigarette detectors.

**Keywords :** Vape, nicotine, liquid, NICOTRACT, exhalation, active smoking, passive smoking.

## DAFTAR ISI

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA</b> | <b>2</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>Abstrak</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>Abstract</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>DAFTAR GRAFIS</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>BAB 1</b>                               | <b>1</b>  |
| <b>PENDAHULUAN</b>                         | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang                         | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah                        | 4         |
| 1.3 Tujuan Penelitian                      | 4         |
| 1.4 Manfaat Penelitian                     | 4         |
| <b>BAB 2</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>TINJAUAN PUSTAKA</b>                    | <b>5</b>  |
| 2.1 Rokok elektrik                         | 5         |
| 2.1.1 Sejarah rokok elektrik               | 6         |
| 2.1.2. Struktur rokok elektrik             | 7         |
| 2.1.3 Kandungan rokok elektrik             | 8         |
| 2.3 Nikotin                                | 9         |
| 2.4 Sirkuit NICOTRACT                      | 10        |
| 2.4.1. Arduino Uno R3                      | 10        |
| 2.4.2. Sensor MQ-3                         | 11        |
| 2.4.3. Liquid Crystal Display              | 11        |
| <b>BAB 3</b>                               | <b>13</b> |
| <b>METODOLOGI PENELITIAN</b>               | <b>13</b> |
| 3.1 Jenis Penelitian                       | 13        |
| 3.2 Waktu dan Tempat                       | 13        |
| 3.2.1 Tempat Penelitian                    | 13        |
| 3.2.2 Waktu Penelitian                     | 13        |
| 3.2.3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian        | 14        |
| 3.3 Alat dan Bahan                         | 14        |
| 3.3.1 Alat                                 | 14        |
| 3.3.2 Bahan                                | 15        |
| 3.4 Cara Kerja                             | 15        |
| 3.4.1 Software                             | 15        |
| 3.4.2 Hardware                             | 15        |
| 3.5 Prosedur Penelitian                    | 16        |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 3.6 Analisis Data-----             | 17        |
| <b>BAB IV-----</b>                 | <b>18</b> |
| <b>HASIL DAN PEMBAHASAN-----</b>   | <b>18</b> |
| 4.1 Rangkaian Hasil NICOTRACT----- | 18        |
| 4.2 Pengujian Sensor MQ-3-----     | 19        |
| <b>BAB V-----</b>                  | <b>22</b> |
| <b>KESIMPULAN-----</b>             | <b>22</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA-----</b>         | <b>23</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1.2. Struktur Dasar Rokok Elektrik .....             | 7  |
| Gambar 2.3. Struktur Nikotin .....                            | 9  |
| Gambar 2.4.1 Arduino Uno R3 .....                             | 10 |
| Gambar 2.4.2. Sensor MQ-3 .....                               | 11 |
| Gambar 2.4.3. I2C <i>Liquid Crystal Display</i> .....         | 12 |
| Gambar 3.4.2. <i>Prototype Hardware</i> Sistem NICOTRACT..... | 16 |
| Gambar 4.1. Bentuk Fisik NICOTRACT.....                       | 18 |
| Gambar 4.1. Tampilan Monitor NICOTRACT.....                   | 18 |

## DAFTAR TABEL

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.2.3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....        | 14 |
| Tabel 4.2 Displayed nicotine level and information..... | 20 |

## DAFTAR GRAFIS

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <i>Flowchart 3.1.</i> Perancangan Sistem NICOTRACT .....       | 13 |
| <i>Flowchart 3.4.1.</i> Kerja Sistem .....                     | 15 |
| flowchart 4.2 Pengujian kadar nikotin sesuai dengan jarak..... | 21 |



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Remaja adalah masa transisi antara masa kanak-kanak dan dewasa. World Health Organization (WHO) menetapkan usia remaja antara 10 sampai dengan 24 tahun. Masa remaja adalah masa antara anak-anak dan orang dewasa yang ditandai dengan pertumbuhan dan perkembangan biologis dan psikologis. Masa remaja memiliki ciri-ciri yang berbeda karena saat itu seseorang melewati transisi perkembangan yang lebih mendekati dewasa. Dalam masa remaja, seseorang mengalami perubahan psikologis, seperti ketidakstabilan emosi saat menghadapi sesuatu dan munculnya rasa penasaran, yang membuat mereka rentan untuk mengambil perilaku yang tidak ramah lingkungan, seperti merokok (Arikunto, 2013). Meskipun merokok tampaknya menyenangkan bagi mereka yang melakukannya, kebiasaan ini tentu berdampak negatif bagi mereka dan orang-orang di sekitar mereka.

Rokok mengandung zat adiktif yang dapat membuat orang menjadi ketagihan (Fajar, 2010). WHO dan semua ahli kesehatan telah lama menyimpulkan bahwa rokok memiliki efek kesehatan yang sangat buruk, terutama pada remaja dan generasi muda. Rokok mengandung empat ribu zat kimia, dengan 200 jenis yang berpotensi menyebabkan kanker.

Merokok menjadi penyebab utama serangan jantung, kanker, dan penyakit paru-paru yang mematikan. Data WHO (2020) menunjukkan bahwa 1,7 milyar orang di seluruh dunia merokok. Persentase perokok di negara-negara Asia Tenggara tersebar di Indonesia (50,68%), Filipina (14,28%), Vietnam (12,30%), Thailand (8,89%), Myanmar (7,32%), Malaysia (3,91%), Kamboja (1,22%), Laos (0,72%), Singapura (0,29%) dan Brunei (0,06%). Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara Asia Tenggara dengan jumlah perokok terbesar yaitu sekitar 62 juta jiwa dan Brunei dengan jumlah perokok terkecil yaitu sekitar 72.000 jiwa (SEATCA, 2014).

Dewasa ini merokok dikalangan remaja sudah menjadi gaya hidup, dimana jenis rokok yang digunakan berbeda dengan rokok yang digunakan

pada umumnya. jenis rokok elektrik dengan berbagai aroma dan rasa yang disuguhkan dari berbagai *brand* sangat menarik bagi kawula muda untuk mencoba dan mengikuti gaya hidup demikian. Banyak asumsi yang beredar adalah rokok elektrik tidak berbahaya dan aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2022, persentase remaja perokok di Indonesia usia 15 hingga 24 tahun sebesar 28,26 %. Hasil survei *Global Adult Tobacco Survey* (GATS) tahun 2021 di provinsi Aceh menunjukkan prevalensi perokok elektrik naik dari 0.3% (2011) menjadi 3% (2021). Kemudian, prevalensi perokok remaja usia 13-15 tahun juga meningkat sebesar 19,2%.

Rokok elektrik, juga dikenal sebagai vape, terdiri dari tiga bagian yaitu : baterai, *atomizer* (bagian yang memanaskan dan menguapkan nikotin), dan *catridge* (bagian yang mengandung larutan nikotin). Rokok elektrik (vape) terdiri dari air, *propylene glycol*, *glycerol*, nikotin, dan berbagai bahan perasa. Beberapa zat berbahaya yang ditemukan dalam vape termasuk *Nitrosamine Specific Tobacco* (TSNA), yang bersifat toksik atau racun, dan *Diethylene Glycol* (DEG), yang dikenal sebagai karsinogen. Beberapa zat berbahaya lainnya termasuk logam, zat karbonil, dan zat seperti *Coumarin*, *tadalafil*, *rimonabant*, dan serat silika (Halifah, 2012). Rokok elektrik memiliki efek buruk yang lebih besar daripada rokok biasa karena dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan yang serius seperti radang paru-paru, jantung, tekanan darah tinggi, penghambat pertumbuhan otak, dan kanker yang dapat mematikan. Rokok elektrik juga dapat mengandung bahan berbahaya yang melanggar hukum, seperti yang ditemukan oleh kepala BNN pada tahun 2017.

Rokok elektrik menyebabkan adiksi nikotin dalam cairan cair, penyebaran berbagai zat perisa (*flavoring*) dalam bentuk cairan vape, yang menyebabkan iritasi pernapasan dan meningkatkan kemungkinan perokok pemula. Hal ini disebabkan oleh stigma yang salah tentang rokok elektrik, yang dianggap lebih aman daripada rokok konvensional atau sebagai pengganti untuk berhenti merokok (Ovi, 2019). Remaja adalah generasi penerus bangsa yang seharusnya memiliki perilaku sehat dan kesehatan, tetapi ketika mereka mulai menggunakan rokok elektrik (vape), zat kimia yang terkandung di

dalamnya membahayakan kesehatan mereka. Pencegahan dan penanggulangan perilaku merokok pada remaja sangat penting untuk memutus generasi perokok pemula. Selain itu upaya pencegahan dan penanggulangan perilaku merokok pada remaja baik konvensional maupun elektrik (vape) sangat penting dalam menyiapkan sumber daya manusia sebagai generasi penerus bangsa yang berkualitas.

Inovasi *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino diupayakan oleh peneliti dengan membuat sebuah sirkuit pendeteksi kadar nikotin berbasis *mikrokontroler* Arduino sebagai media eksplorasi dan edukasi bagi remaja untuk memberikan edukasi dan media pencegahan kepada para remaja perokok tentang bahaya penggunaan rokok elektrik. *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino dapat menjadi sangat efektif dikarenakan biaya yang lebih murah dan efisien dalam penggunaannya dibandingkan CO analyzer yang digunakan pada umumnya.

Dalam upaya pencegahan terjadinya resiko gangguan kesehatan dengan cara mengukur kadar CO menggunakan *Nicotine Tracker*. Analisis kadar CO pada perokok dan nonperokok perlu dilakukan dalam rangka pendeteksian dini gangguan kesehatan akibat rokok. Pemerintah Indonesia sejak tahun 2009 telah menjalankan program pengendalian dampak merokok bagi kesehatan yang secara teknis dilakukan oleh puskesmas sebagai salah satu fasilitas pelayanan kesehatan (Permenkes, 2013:13).

Salah satu metode pengukuran kadar nikotin dalam asap rokok elektrik dapat dilakukan dengan mengukur kadar udara ekspirasi menggunakan *Nicotine Tracker* berbasis *Microcontroller* Arduino. *Nicotine Tracker* yang dikenal dengan singkatan NICOTRACT yang diupayakan oleh peneliti merupakan alat untuk mengukur kadar nikotin udara ekspirasi secara kuantitatif dalam satuan part per million (ppm) saat nikotin bersentuhan dengan sensor maka akan terjadi difusi nikotin ke permukaan elektroda. Kemudian nikotin akan bereaksi pada permukaan sensing elektroda untuk menghasilkan sinyal listrik yang sebanding dengan konsentrasi nikotin yang ditampilkan dalam layar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana efektivitas NICOTRACT (*Nicotine Tracker*) dalam menganalisis kadar nikotin dalam asap vape ?
2. Bagaimana sistem analisis nikotin menggunakan NICOTRACT Berbasis Microcontroller Arduino ?
3. Bagaimana metode edukasi bahaya nikotin dan pencegahan penggunaan rokok elektrik pada remaja ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sensor pendeteksi nikotin dalam asap rokok elektrik (NICOTRACT) *Nicotine Tracker* berbasis Arduino sebagai media edukasi dan pencegahan penggunaan rokok pada remaja.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui tingkat efisiensi (NICOTRACT) *Nicotine Tracker* berbasis Microcontroller Arduino sebagai alat pendeteksi nikotin dalam asap rokok elektrik
2. Hasil dari penelitian dapat dijadikan bahan acuan dan informasi untuk melakukan upaya pencegahan, pengawasan dan pengendalian perilaku penggunaan rokok elektrik, serta dapat meningkatkan derajat kesehatan jasmani pada remaja
3. Menambah wawasan keilmuan di bidang ilmu perilaku kesehatan khususnya mengenai alasan yang mempengaruhi penggunaan rokok elektrik pada remaja

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rokok elektrik

Rokok elektrik sering dianggap lebih aman dibanding rokok tembakau biasa. Sehingga banyak orang yang beralih ke rokok elektrik karena percaya dapat menghindarinya dari risiko penyakit berbahaya. Padahal rokok elektrik dan rokok tembakau sama-sama berbahaya bagi kesehatan tubuh. Rokok elektrik adalah perangkat pengantar nikotin bertenaga baterai, rokok elektrik tidak bebas dari bahan kimia yang berbahaya dan beracun

*Electronic cigarette* (rokok elektronik) atau *e-cigarette* merupakan salah satu *Nicotine replacement therapy* (NRT), yang menggunakan listrik dari tenaga baterai untuk memberikan nikotin dalam bentuk uap dan, oleh WHO disebut sebagai *Electronic Nicotine Delivery System* (ENDS) (BPOM, 2015). *Electronic cigarette* dirancang untuk memberikan nikotin tanpa pembakaran tembakau dengan tetap memberikan sensasi merokok pada penggunaanya (Tanuwihardja dan Susanto, 2012).

Rokok elektrik adalah sebuah perangkat yang dirancang untuk menghantarkan nikotin tanpa asap tembakau dengan cara memanaskan larutan nikotin, perasa, *propylene glycol* dan *glycerol* (Hajek *et al.*, 2014). Rokok elektrik atau lebih terkenal dengan nama *vaporizer* merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti rokok tembakau, karena rokok elektrik ini tidak mengandung tar dan karbon monoksida yang terkandung di rokok tembakau, tetapi rokok elektrik tetap mengandung senyawa nikotin (Indra, Hasneli, dan Utami, 2015).

Etter dan Bullen (2011), menjelaskan bahwa rokok elektronik terlihat seperti rokok tembakau, namun tidak mengandung tembakau. Sebagai gantinya, mereka terdiri dari selubung logam dimana pembawa energi bertenaga baterai menghasilkan uap untuk menghirup dari selubung yang mengandung *propylene glycol* atau *glycerol*, *flavours*, dan nikotin.

Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa rokok elektrik adalah sebuah perangkat yang menyerupai rokok tembakau dengan kandungan

*propylene glycol* atau *glycerol*, perasa, dan nikotin yang dirancang menggunakan listrik dari tenaga baterai agar dapat menghantarkan nikotin tanpa asap tembakau.

#### 2.1.1 Sejarah rokok elektrik

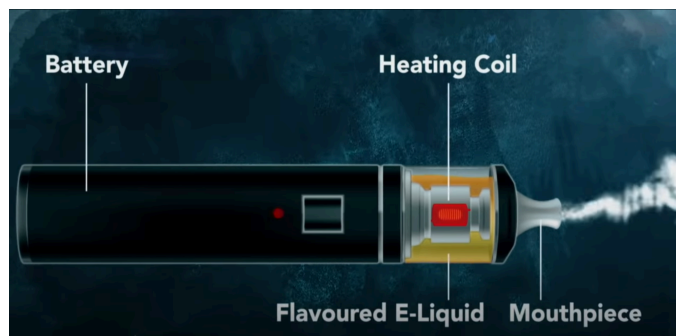
Sejak tahun 1963 rokok elektrik sudah ada, yang pertama kali menemukan yaitu Herbert A Gilbert. Namun yang pertama kali memproduksi secara modern adalah seorang apoteker asal Tiongkok yang bernama Hon Lik. Hon Lik dikenal sebagai sosok yang mengawali kehadiran rokok elektrik pada tahun 2003 selanjutnya dipatenkan pada tahun 2004 dan mulai menyebar ke seluruh dunia pada tahun 2006- 2007 dengan berbagai merek (Caponnetto *et al.*, 2012).

Popularitas rokok elektrik di Indonesia sedang melejit, karena ditunjang dengan ketersediaan variasi teknologi perangkat, model ukuran, warna, kapasitas baterai, dan lainnya. Tren rokok elektrik saat ini telah merambah ke dalam negeri Indonesia, peminat rokok elektrik semakin banyak. Ini terindikasi dengan menjamurnya *seller* produk ini, dan rokok elektrik dapat sangat mudah ditemukan dan dijual bebas terutama melalui penjualan *online*. Rokok elektrik sudah sangat mudah didapatkan dengan berbagai variasi desain dan rasa. Harga yang ditawarkan pun bervariasi, yaitu mulai yang termurah ratusan ribu hingga jutaan rupiah. Selain dapat ditemukan di toko *online*, rokok elektrik juga sangat mudah didapatkan melalui media sosial seperti *facebook*, *twitter*, *youtube*, dan *instagram*. Juga dapat ditemukan di kedai vaping, toko – toko elektronik atau ditawarkan pada kegiatan tertentu seperti *Car Free Day* yang rata – rata peminatnya adalah kalangan muda (BPOM, 2015).

Rokok elektronik dianggap sebagai alat penolong bagi mereka yang kecanduan rokok agar dapat berhenti merokok. Alat ini dipasarkan sebagai alternatif yang lebih aman dari produk tembakau biasa. Label "HEALTH" pun terpasang jelas pada kemasannya. Namun hingga kini keberadaannya masih menuai kontroversi dan di sebagian besar negara rokok elektrik dianggap sebagai produk yang ilegal dan terlarang (Fitriani dan Mustafa, 2020).

### 2.1.2. Struktur rokok elektrik

Seperangkat rokok elektrik adalah alat yang fungsinya mengubah zat-zat kimia menjadi bentuk uap dan mengalir ke dalam paru-paru dengan menggunakan tenaga baterai atau listrik. Struktur dasar rokok elektrik terdiri dari tiga elemen utama yaitu baterai, *atomizer* (pemanas logam) dan *cartridge* (katrid) yang berisi berbagai macam cairan zat kimia. Sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini, struktur rokok elektrik terus mengalami modifikasi dan modernisasi. Saat ini rokok elektrik sudah berevolusi hingga pada generasi yang ke-3 dengan menggunakan sistem tangki dan semakin *user friendly*, bahkan modelnya ada yang tidak seperti rokok dan terintegrasi dengan perangkat *handphone*. Dalam peredarannya, rokok elektrik dikenal dengan istilah *vape*, *personal vaporizer* (PV), *e-cigs*, *vapor*, *electro smoke*, *green cig*, *smart cigarette*, dan lain – lain. Cairan yang berada dalam katrid disebut sebagai *e-juice*, *e-liquid*. Sementara aktivitas merokok dengan rokok elektrik disebut sebagai *vaping* (BPOM, 2017).



Gambar 1. Struktur Dasar Rokok Elektrik

Sumber : CNA Insider

Dawkins (2014) mengkategorikan perkembangan jenis rokok elektrik menjadi 3 (tiga) kelompok sebagai berikut:

- Generasi pertama (*cigalike*)

Berbentuk seperti rokok konvensional, mudah digunakan, katrid dapat diganti apabila cairan habis, bersifat *disposable* (sekali pakai), jumlah hisapan antara 200-500 *puffs*.

- Generasi kedua (*pen-like or screwdrivers-like*)  
Berbentuk seperti pena atau seperti obeng, banyak variasi warna dan model katrid, kapasitas baterai lebih besar, katrid dan *atomizer* terpisah sehingga pengguna dapat dengan leluasa mengisi atau mencampur isian katrid sesuai keinginan.
- Generasi ketiga dan selanjutnya (*tank systems, mods*)  
Pengembangan dari generasi kedua, menggunakan sistem tangki, kapasitas baterai yang lebih besar, USB *sticks*, seluruh komponen bersifat terpisah (*customisable*) sehingga sangat memudahkan pengguna dalam mengisi atau memodifikasi cairan produk secara leluasa, beberapa diantaranya telah menggunakan *bluetooth* yang kompatibel dengan Android, perangkat IOS atau tablet.

### 2.1.3 Kandungan rokok elektrik

Cairan pada *cartridge* rokok elektrik pada umumnya berisi larutan terdiri dari *propylene glycol*, *glycerol*, nikotin, dan *flavoring* (*perisa*) yang dapat menimbulkan resiko kesehatan bagi orang yang mengkonsumsinya. Nikotin, merupakan senyawa bersifat toksik yang sangat kuat dan kompleks. Nikotin yang digunakan dalam jangka waktu yang lama akan terakumulasi dalam tubuh dan mengakibatkan gangguan pada pembuluh darah, seperti penyempitan atau pengentalan darah, sehingga walaupun jumlahnya lebih sedikit pada rokok elektrik apabila terakumulasi akan sama bahayanya dengan rokok konvensional. Akibat yang ditimbulkan dari nikotin adalah efek kecanduan atau ketergantungan, merusak jaringan otak, kerusakan jantung, kerusakan paru-paru serta kerusakan pada hati. Kadar total nikotin dalam uap yang dihasilkan bervariasi dari 0,5 hingga 15,4 mg (Goniewicz *et al.*, 2013).

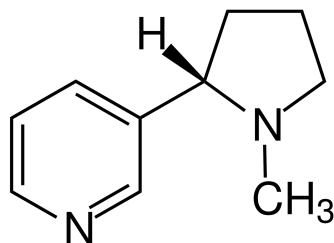
*Propylen glycol* dan *glycerol* adalah humektan dan *emollient* dalam produk kosmetik. Pada rokok elektrik kedua zat ini berfungsi sebagai alat angkut untuk nikotin dan perisa serta membuat uap seperti asap rokok. Kadar *propylen glycol* berkisar 60%-90% dan *glycerol* lebih dari 15% dalam *e-liquid* rokok elektrik. Masalah kesehatan yang ditimbulkan dari asap



buatan hasil pemanasan yang mengandung zat ini yaitu sakit tenggorokan, asma, dan penurunan fungsi paru- paru (Pisinger and Dossing, 2014). Perisa (*flavoring*) dalam rokok elektrik diklaim sama seperti perisa dalam produk makanan namun keamanan penggunaan perisa pada rokok elektrik belum teruji secara ilmiah dan disetujui, dikarenakan perisa (*flavoring*) ini diproses dengan dipanaskan lalu diuapkan dan diinhalasi sampai ke paru-paru, contohnya *Diacetyl (butanedione or butane-2,3-dione)* walaupun dinyatakan aman untuk dikonsumsi langsung sebagai *flavoring* dalam mentega namun ketika diinhalasi dapat berpotensi menyebabkan *bronchiolitis obliteransi*, penyakit hati yang sangat serius (CDC, 2017).

### 2.3 Nikotin

Nikotin adalah zat adiktif yang berpengaruh terhadap otak secara negatif, yang dapat menyebabkan kecanduan. Pada dasarnya nikotin dapat memberikan dampak buruk pada semua orang dari segala usia, namun menggunakan nikotin pada masa remaja dapat membahayakan otak yang mengontrol perhatian, pembelajaran yang bisa berpengaruh terhadap ingatan serta suasana hati.



Gambar 2. Struktur Nikotin  
Sumber : Wikimedia Commons

Jika seseorang sudah kecanduan nikotin maka akan merasakan gejala seperti tidak sanggup berhenti walaupun sudah mencoba beberapa kali, dia akan tetap menggunakannya walaupun dia sedang sakit. Orang yang sudah menggunakannya sejak remaja bisa membuat jantung, paru-paru, dan otot kekurangan oksigen. Selain itu, kecanduan nikotin bisa memicu peradangan pada tulang dan persendian yang mengakibatkan osteoporosis. Saat manusia mengonsumsi nikotin akan terjadi beberapa efek terhadap tubuh seperti efek

farmakologis yang mengalami peningkatan detak jantung, efek psikodinamik yang mengalami peningkatan terhadap kewaspadaan dan sensasi rileks yang dirasakan tubuh, serta efek yang berpengaruh terhadap konsentrasi dan memori yang disebabkan oleh peningkatan *acetylcholine*

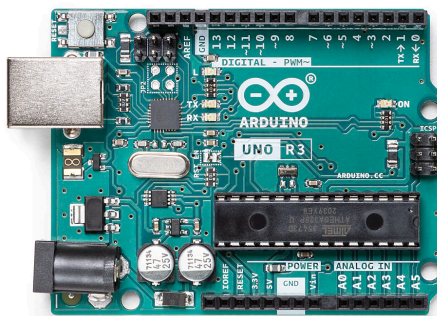
Orang yang secara teratur menggunakan nikotin akan susah untuk berhenti dari nikotin, mereka akan mengalami beberapa masalah psikologis saat tidak mengkonsumsinya dalam jangka lama seperti, depresi, murung, mudah marah, dan juga merasa sulit untuk konsentrasi, serta keinginan yang kuat untuk mengonsumsi nikotin.

## 2.4 Sirkuit NICOTRACT

### 2.4.1. Arduino Uno R3

Papan pengembangan *Mikrokontroler* Arduino UNO R3, didasarkan pada *Mikrokontroler* ATmega328, memiliki banyak kemampuan pemrograman. Dengan input dan output digital dan analog, serta dukungan penuh untuk bahasa pemrograman, Arduino UNO R3 adalah platform yang sempurna untuk *prototyping* dan pengembangan proyek elektronik.

Arduino UNO R3 unggul karena memiliki banyak port dan pin yang dapat disesuaikan, yang memungkinkan penggunaan berbagai sensor, aktuator, dan perangkat lainnya. Desain yang mudah digunakan membuatnya ideal untuk pemula dalam dunia *Mikrokontroler* atau bahkan orang yang sudah berpengalaman. Papan ini mendukung berbagai ekstensi dan *shield* Arduino, yang membuatnya lebih mudah untuk digunakan. Contoh penggunaan termasuk pengukuran jarak, sensor suhu, kontrol lampu, dan lain-lain dalam proyek robotika.



Gambar 3.. *Microcontroller* Arduino UNO R3

#### 2.4.2. Sensor MQ-3

Sensor MQ-3 mudah digunakan dan memiliki dua output berbeda. Ini tidak hanya memberikan indikasi biner keberadaan nikotin tetapi juga representasi analog konsentrasinya di udara. Tegangan keluaran analog sensor (pada pin A0) bervariasi sebanding dengan konsentrasi nikotin.



Gambar 4. . Sensor MQ-3

#### 2.4.3. *Liquid Crystal Display*

Modul layar LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C menggunakan protokol komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) untuk berkomunikasi dengan *Microcontroller* atau perangkat lainnya. Protokol I2C memungkinkan beberapa perangkat terhubung ke bus yang sama, dengan alamat unik untuk setiap perangkat.

Untuk menampilkan informasi atau data secara visual, modul LCD I2C sering digunakan dalam proyek elektronika, terutama dalam *Microcontroller* seperti Arduino atau Raspberry Pi. Keuntungan menggunakan modul I2C pada LCD adalah tidak perlunya penggunaan banyak pin dan koneksinya yang mudah.

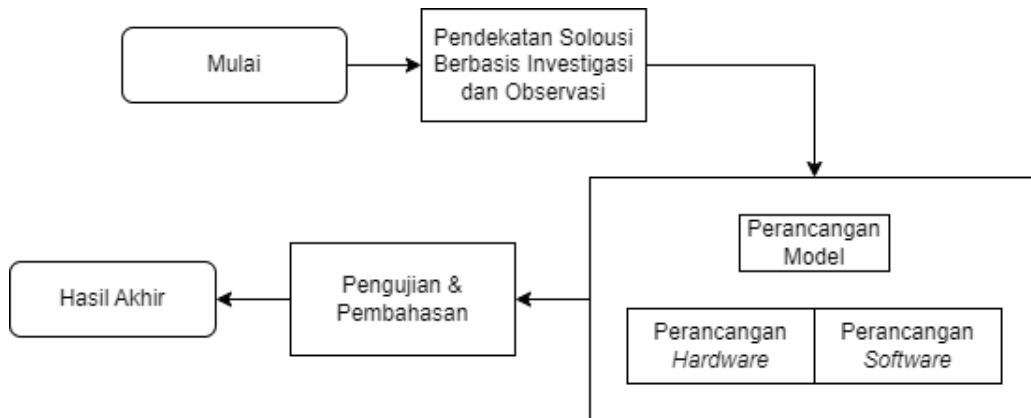


Gambar 5.. LCD Display

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian “NICOTRACT - Efektivitas *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino sebagai Sensor Pendeteksi Kadar Nikotin untuk media Edukasi & Pencegahan Penggunaan Vape pada Remaja” disini merupakan sebuah penelitian eksperimental dengan menganalisis kadar nikotin menggunakan sensor MQ-3 yang dipasangkan kepada *Microcontroller* Arduino



Flowchart 1. Diagram. Perancangan Sistem NICOTRACT

### 3.2 Waktu dan Tempat

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium sekolah Fatih Bilingual School Banda Aceh.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan, mulai 1 November 2023 hingga 31 Januari 2024.

### 3.2.3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal dan tahapan pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama empat bulan, adapun rincian tahapan penelitiannya dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada 3.2.3 berikut.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

| Jadwal Penelitian             | Tahun 2023-2024 |     |     |     |
|-------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
|                               | Okt             | Nov | Des | Jan |
| Studi Pustaka                 |                 |     |     |     |
| Penyusunan Proposal           |                 |     |     |     |
| Penelitian                    |                 |     |     |     |
| Pengolahan data               |                 |     |     |     |
| Penyusunan Makalah Penelitian |                 |     |     |     |
| Pembuatan Poster              |                 |     |     |     |
| Presentasi                    |                 |     |     |     |

### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

- Arduino UNO R3
- Sensor MQ-3
- Cover *Inhaler* Asma (Sebagai penutup sensor MQ-3)
- *Breadboard*
- *Power Supply*
- Kabel *Jumper*
- Kotak plastik (Sebagai *cover*/wadah sirkuit NICOTRACT)
- Tape

### 3.3.2 Bahan

- Liquid vape (Sebagai sampel Nikotin)

## 3.4 Cara Kerja

### 3.4.1 Software

Proses deteksi NICOTRACT dipaparkan pada *Flowchart 2*, Sebelum memulai proses pengukuran Nikotin, sirkuit NICOTRACT akan di inisialisasi terlebih dahulu. dan sensor MQ-3 juga memerlukan waktu kalibrasi terlebih dahulu selama kurang lebih 2 menit. Langkah selanjutnya pengguna diharapkan menghembuskan nafas ke pipa NICOTRACT yang terhubung kepada sensor.

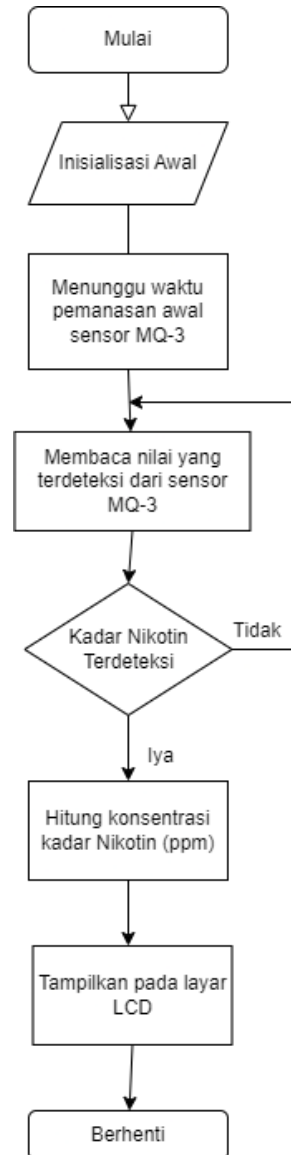
*Microcontroller* Arduino akan mulai membaca data dari sensor, apabila terdeteksi kadar nikotin, konsentrasi Nikotin akan ditampilkan pada layar LCD dalam satuan ppm (*Parts-per-million*) dan Arduino akan menentukan apakah kadar yang dideteksi termasuk besar (berbahaya) atau sedikit.

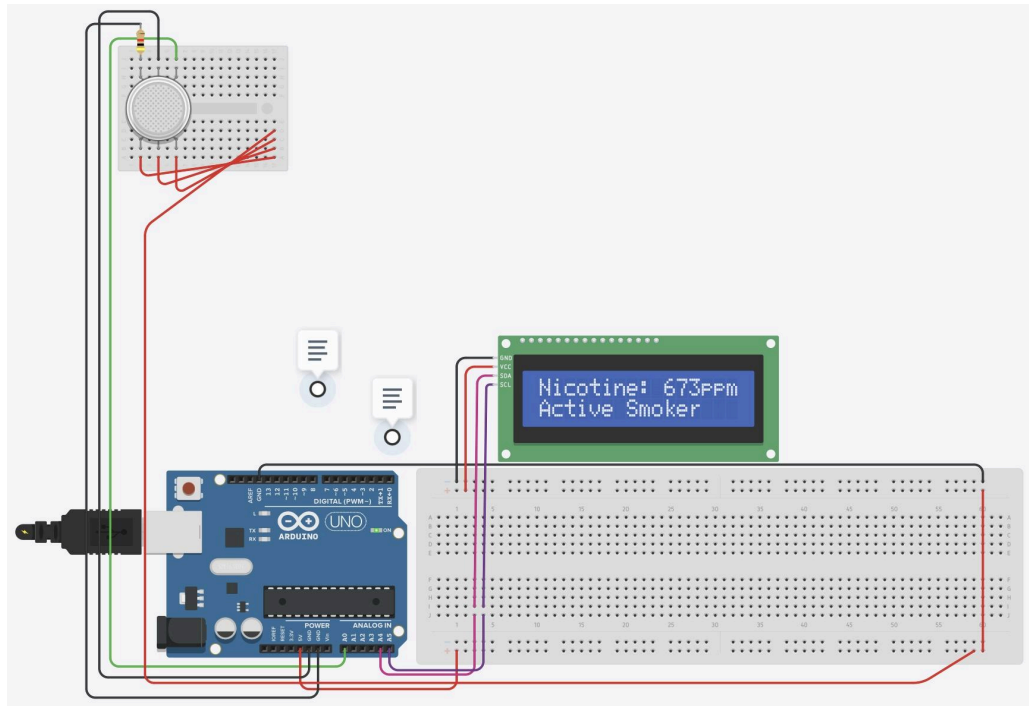
### 3.4.2 Hardware

Sistem NICOTRACT dirancang untuk menjadi mudah diakses dengan harga perakitan yang terjangkau dan sirkuit yang sederhana, tetapi tetap menampilkan data yang akurat untuk menampilkan data yang berguna. Hardware NICOTRACT terdiri dari empat komponen utama yaitu : Arduino UNO, *power supply*, sensor alkohol MQ-3, dan *display* LCD I2C.

*Hardware* sistem digambarkan pada Gambar 6. Sensor MQ-3 digunakan untuk mengukur kadar nikotin dari sampel hembusan nafas pengguna dan data akan ditampilkan pada modul LCD

*Flowchart 2 .  
Kerja Sistem*





Gambar 6. *Prototype Hardware Sistem NICOTRACT*

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 1. Perancangan NICOTRACT

Terdiri dari 2 bagian utama, yaitu badan sirkuit dan sensor, badan sirkuit merupakan wadah plastik yang berisi *Microcontroller*, bagian plastik dilubangi sebagai jendela, disini akan diletakkan LCD tempat dimana pengguna dapat melihat hasil deteksi nikotin, sedangkan sensor MQ-3 yang terhubung kepada pin input arduino akan didalam *cover inhaler* asma, agar hembusan nafas pengguna dapat dengan mudah dideteksi.

#### 2. Penyiapan sampel nikotin

Sample nikotin disiapkan dari *liquid* vape yang mengandung 12ml nikotin/15ml liquid yang diisi ke dalam katrid vape, lalu uap yang dikeluarkan akan dipaparkan kepada sensor MQ-3 yang sudah terkalibrasi dan terisolasi.

#### 3. Merangkai sirkuit NICOTRACT

Pada penelitian ini, sensor MQ-3 digunakan untuk mengukur konsentrasi nikotin dalam cairan vaping. Pertama-tama hubungkan Arduino



UNO dengan sensor MQ-3. Menggunakan kabel *jumper*, hubungkan pin A0, GND, dan 5V pada sensor dengan pin A0, GND, dan 5V pada Arduino UNO. Selanjutnya, tetap menggunakan kabel *jumper* hubungkan LCD 16x2 I2C dengan pin GND, 5V, A4, dan A5 pada Arduino UNO.

### **3.6 Analisis Data**

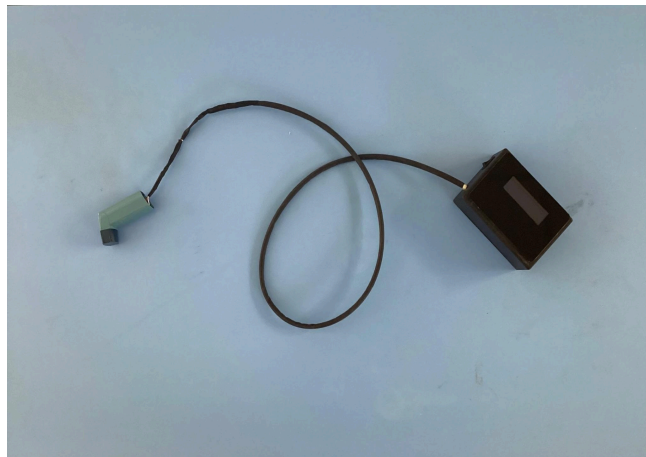
Untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, maka hal-hal yang diamati selama pengujian antara lain :

1. Hasil pengukuran kadar nikotin
2. Tampilan alat

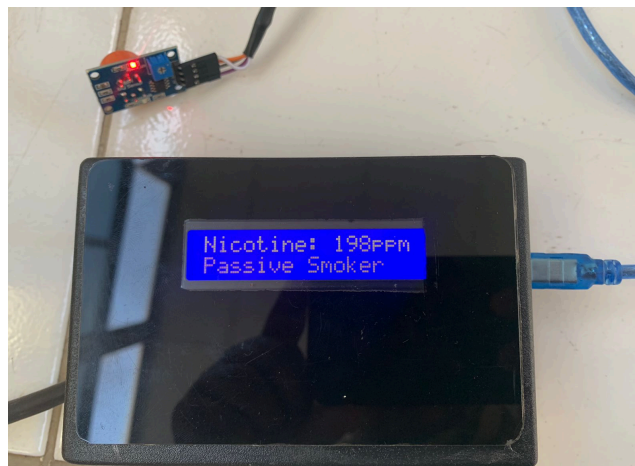
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Rangkaian Hasil NICOTRACT

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai mikrokontroler utama. Mikrokontroler ini yang akan mengolah data masukan dan memberikan keluaran. Mikrokontroler ini mengatur komponen lain yakni sensor MQ-3 yang mana berfungsi sebagai pendeteksi nikotin dengan kandungan nikotin yang diukur secara kuantitatif dari udara ekspirasi terhitung dalam part per million (ppm) pada layar monitor reaktor NICOTRACT (Nikotin Tracker) Sistem kendali alat ini menggunakan sumber daya dari *power supply/adaptor* yang merupakan sumber daya utama yang digunakan di keseluruhan sistem. Sumber daya kemudian diteruskan ke keseluruhan sistem rangkaian baik itu inputan maupun keluaran. Bentuk fisik rancangan NICOTRACT dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 7. Bentuk Fisik NICOTRACT



Gambar 8. Tampilan Monitor NICOTRACT

#### 4.2 Pengujian Sensor MQ-3

Pengujian sensor MQ-3 dilakukan dengan menguji respon yang diterima saat sensor MQ-3 dihembuskan dengan nafas yang dikeluarkan oleh pengguna vape. Pengujian dilakukan dengan menghembuskan nafas di sensor MQ-3. Jika sensor diberikan uap maka NICOTRACT akan dengan mudah mendeteksinya.

NICOTRACT menggunakan sensor MQ-3 yang sensitif terhadap *Volatile Organic Compounds (VOCs)* yang meliputi Nikotin. Sensor MQ-3 merupakan sensor *MOS (Metal Oxide Semiconductor)*. Sensor *Metal Oxide* juga disebut sebagai *Chemiresistors* karena mendeteksi berdasarkan perubahan hambatan dari material pendeteksi ketika terpapar *VOCs*

Sensor MQ-3 bekerja dengan Oksigen diserap pada permukaan lapisan semikonduktor SnO<sub>2</sub> pada pemanasan suhu tinggi. Elektron dari pita konduksi timah dioksida ditarik ke molekul oksigen di udara bersih. Hal ini membentuk penghalang dengan menghasilkan lapisan penipisan elektron tepat di bawah permukaan partikel SnO<sub>2</sub>. Akibatnya film SnO<sub>2</sub> menjadi sangat resistif dan menghentikan aliran arus listrik.

Namun, jika terdeteksi *VOCs*, penghalang potensial akan berkurang karena Alkohol bereaksi dengan oksigen yang terabsorpsi, sehingga mengurangi kepadatan permukaannya. Akibatnya, timah dioksida menyerap elektron, sehingga memungkinkan aliran arus tidak terbatas melalui sensor.

Selanjutnya, Arduino akan mengkonversi nilai dari pin Analog yang dideteksi sensor kedalam satuan ppm. Untuk mengukur konsentrasi gas, satuan yang paling banyak digunakan adalah *parts-per-million*, atau disingkat ppm. Rasio satu gas dengan gas lainnya dinyatakan secara sederhana sebagai ppm. Misalnya, 500 bagian per juta nikotin menunjukkan bahwa, dari satu juta molekul gas, 500 adalah nikotin dan 999.500 lainnya adalah gas lainnya.

dari hasil pengukuran kadar nikotin tersebut, arduino akan mengklasifikasi terhadap tiga output, yang pertama adalah non-smoker, orang-orang yang tidak terdapat kadar nikotin pada nafasnya, yang biasanya mengandung 0 - 99 ppm, Kedua passive-smoker, hasil ini dapat memberitahukan bahwa pengguna tidak merokok sesekali tetapi mendapatkan paparan asap rokok elektronik bekas atau masalah lingkungan lainnya, dan

yang terakhir active smoker, ini adalah orang-orang yang biasanya menggunakan vape dan napas mengandung lebih dari 200 ppm nikotin.

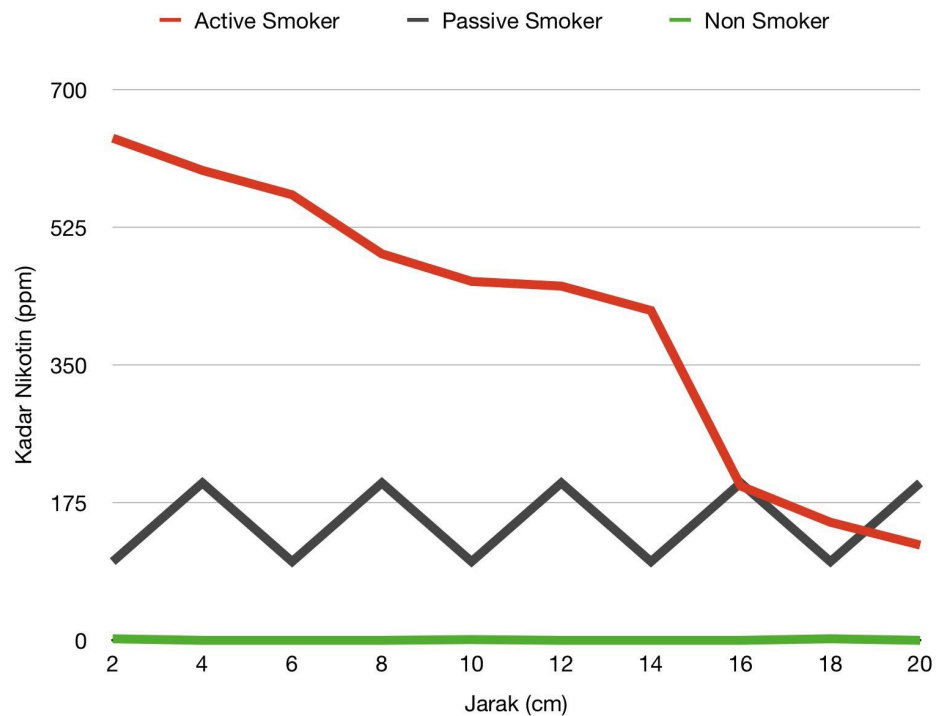
Berikut adalah hasil dari pengujiannya kadar nikotin pada alat NICOTRACT yang disajikan pada tabel di bawah ini

**Tabel 2 displayed nicotine level and information**

Displayed nicotine level and information

| Sample | Active Smoker | Info | Moderate/Passive Smoker | Info | Non-Smoker | info |
|--------|---------------|------|-------------------------|------|------------|------|
| 1      | 527           | TRUE | 200                     | -    | 12         | TRUE |
| 2      | 312           | TRUE | 100                     | -    | 14         | TRUE |
| 3      | 647           | TRUE | 200                     | -    | 13         | TRUE |
| 4      | 487           | TRUE | 100                     | -    | 10         | TRUE |
| 5      | 579           | TRUE | 200                     | -    | 9          | TRUE |
| 6      | 600           | TRUE | 100                     | -    | 11         | TRUE |
| 7      | 606           | TRUE | 200                     | -    | 8          | TRUE |

Berikut adalah grafik dari pengujian kadar nikotin sesuai dengan jarak dari pengguna terhadap MQ-3



flowchart 3. Pengujian kadar nikotin sesuai dengan jarak

Dari hasil diatas menyimpulkan bahwa jika MQ-3 pada NICOTRACT berjarak dekat dengan pengguna maka kadar nikotin akan lebih tinggi dan akurat.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat yaitu "NICOTRACT - Efektivitas *Nicotine Tracker* Berbasis *Microcontroller* Arduino sebagai Sensor Pendeteksi Kadar Nikotin sebagai Media Edukasi dan Pencegahan Penggunaan Vape pada Remaja", maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensor MQ-3 akan mendeteksi kadar nikotin yang dikeluarkan oleh perokok elektrik dan akan diubah nilai satuan nya menjadi ppm (Part-Per-Million), sensor akan memberikan nilai kadar nikotin pada udara ekspirasi dalam ruangan, ketika sensor mendeteksi gas atau asap yang mengandung nikotin pada nafas
2. NICOTRACT bisa dengan mudah membedakan antara sampel expirasi pengguna vape (perokok aktif), sampel moderat dan sampel expirasi bebas rokok
3. NICOTRACT menjadi solusi yang lebih murah, terjangkau dan efisien sebagai media pendeteksi dan edukasi bagi remaja dibandingkan dari pendeteksi rokok konvensional yang menggunakan sensor CO pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi. Jakarta: PT. Rineka Cipta

Al Fajar dan Heru. (2010). *Manajemen Sumber Daya Manusia Sebagai Dasar Meraih Keunggulan Bersaing*. Edisi Pertama, Yogyakarta

Halifah. 2012. “Analisis Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Rokok Masyarakat Di Kota Makassar Tahun 2012.

Vikifendi, Vira aprilia Ovi. 2019. *Evaluasi dan perancangan Sistem Informasi Akuntansi Persediaan dan Penjualan pada UD. Vita Abadi Tulungagung*. Skripsi. Tulungagung: Institut Agama Islam Negeri Tulungagung.

Menkes RI. 2013. *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 69 Tahun 2013 tentang Standar Tarif Pelayanan Kesehatan Pada Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama dan Fasilitas Tingkat Lanjut Dalam Penyelenggaraan Program Jaminan Kesehatan*.

BPOM RI, 2015, *Obat Tradisional Mengandung Bahan Kimia Obat*, Jakarta : Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia.

Tanuwihardja, R.M. & Susanto, A.D. (2012). Rokok Elektronik (Electronic Cigarette). *Jurnal Respirasi Indonesia*. 32(1), 53-61.

Hajek P, Et All. (2014) *Electronic Cigarettes Review Of Use, Content, safety, Effects On Smokers And Potential For Harm And benefit*. UK: addiction

Indra, F.I, Hasneli, Y. & Utami, S. (2015). *Gambaran Psikologis Perokok Tembakau Yang Beralih Menggunakan Rokok Elektrik (Vaporizer)*. *Jurnal Online Mahasiswa Universitas Riau*. 2(2), 1285-1291.

Etter dan Bullen (2011)

Etter, J.F., Bullen, C. (2011). Electronic Cigarette: Users Profile, Utilization, Satisfaction and Perceived Efficacy. *Addiction*. 106(11)

Caponnetto, P. & Polosa, R., 2008. Common predictors of smoking cessation in clinical practice. *Respiratory Medicine* (2008) 102, pp. 1182-1192.

Fitriani R, K., & Mustafa, Z. (2020). Penggunaan Rokok Elektrik (VAPE) Di Kota Makassar Perspektif Hukum Islam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Perbandingan Mazhab* , Vol 1 No 2.

Bpom. (2017). Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia.

Goniewicz M, et al. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tobacco Control*. 2013;2:133-139

Pissinger C, and Dossing M. 2014. A systematic review of health effects of electronic cigarettes.

Centers for Disease Control prevention (CDC). (2017). Urinary Tract Infection (Catheter-Associated Urinary Tract Infection [CAUTI] and Non-Catheter-Associated Urinary Tract Infection [UTI]) and Other Urinary System Infection [USI]) Events.

Tan Yen Lian, Dorotheo U. The ASEAN Tobacco Control Atlas 2nd Edition. Thailand: The Southeast Asia Tobacco Control Alliance (SEATCA), 2014





**ECOSHIELD - Making edible coating from red algae (*Eucheuma cottonii*) as a coating for fruit and vegetables to overcome rotting in the import export process**

**ISPO RESEARCH PROPOSAL**

By:

**Yazil Alkahar**

**Richie leonard**

Supervisor:

**Nabila Humaira, S. Si**

**SMAS FATIH BILINGUAL SCHOOL**

**BANDA ACEH CITY**

**ACEH PROVINCE**

**2024**

## PERNYATAAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

**Ketua**

Nama : Yazil Alkahar  
Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta, 20 September 2008  
NISN : 0087228683  
Asal Sekolah : SMAS Fatih Bilingual School

**Anggota**

Nama : Richie Leonard  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 6 Maret 2008  
NISN : 0083743567  
Asal Sekolah : SMAS Fatih Bilingual School

Dengan ini menyatakan sejujurnya bahwa proposal penelitian kami dengan judul **"ECOSHIELD - Pembuatan edible coating dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) sebagai pelapis buah dan sayur dalam mengatasi pembusukan pada proses Ekspor Impor"** bersifat orisinal/bukan hasil tindak plagiarisme/belum pernah dikompetisikan dan/atau tidak sedang diikuti pada lomba penelitian sejenis/belum pernah mendapatkan penghargaan di tingkat Nasional/Internasional.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai aturan ISPO.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengenal Pembimbing

(Nabila Humaira, S.Si.)

Dibuat di: SMAS Fatih Bilingual School  
Pada Tanggal: 2024/11/2

(Yazil Alkahar)

(Richie Leonard)

## Daftar isi

|                                           |          |
|-------------------------------------------|----------|
| <b>JUDUL</b>                              |          |
| PERNYATAAN PENELITI                       | II       |
| DAFTAR ISI                                | II       |
| KATA PENGANTAR                            | III      |
| <b>BAB I - PENDAHULUAN</b>                | <b>1</b> |
| 1.1. LATAR BELAKANG                       | 1        |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH                      | 3        |
| 1.3. TUJUAN PENELITIAN                    | 3        |
| 1.4. MANFAAT PENELITIAN                   | 3        |
| <b>BAB II - KAJIAN PUSTAKA</b>            | <b>4</b> |
| 2.1. Edible Coating                       | 4        |
| 2.2. Alga Merah                           | 4        |
| 2.2.1. Manfaat Alga Merah                 | 5        |
| 2.3 Distribusi Buah Dan Sayur             | 6        |
| 2.3.1. Kandungan Coating Sintetis (lilin) | 6        |
| <b>BAB III - METODOLOGI PENELITIAN</b>    | <b>7</b> |
| 3.1. Tempat,waktu dan jadwal penelitian   | 7        |
| A. Tempat                                 | 7        |
| B. Waktu                                  | 7        |
| 3.3 Alat dan Bahan                        | 7        |
| 3.5 Metode Dan Analisis                   | 8        |
| 3.5.1 Analisis Data                       | 8        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                     | <b>9</b> |

## KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Maha Esa yang hanya dengan pertolongan-Nyalah segala masalah dapat diselesaikan. Dengan segala rahmat, hidayah, serta hinayah-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul **“ECOSHIELD - Pembuatan edible coating dari alga merah (*Eucheuma cottonii*) sebagai pelapis buah dan sayur dalam mengatasi pembusukan pada proses Ekspor Impor”**. Karya tulis ilmiah ini dibuat dan disusun dalam rangka mengikuti kegiatan Indonesia Science Project Olympiad (ISPO).

Adapun selama penyusunan karya tulis ilmiah ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Sudarman, S. Sos., M. Pd, selaku Kepala Sekolah SMA FATIH BILINGUAL SCHOOL BANDA ACEH, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk mengikuti kegiatan ini;
  2. Ibu Nabila Humaira , S.Si selaku Guru yang membimbing penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini; dan
  3. Semua guru SMA FATIH BILINGUAL SCHOOL BANDA ACEH yang telah mendukung penulis, baik dukungan moral maupun dukungan materi;
- Penulis juga menyadari tidak sedikit kekurangan di dalam karya tulis ilmiah ini. Dengan demikian, penulis juga memerlukan kritik serta saran yang bersifat membangun yang dapat menyempurnakan karya tulis ilmiah ini.

Banda Aceh, 20 November 2024

Penulis

## **BAB I - PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Buah buahan dan sayur sayuran memiliki nutrisi yang sangat dibutuhkan, tetapi mereka juga memiliki sifat khas untuk terus melakukan respirasi setelah dipanen sehingga menyebabkan terjadinya penguraian kandungan nutrisinya, yang juga membuat buah dan sayur mudah untuk busuk semasa ekspor atau impor. (Fauziati 2016). Pembusukan ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk serangan mikroorganisme, oksidasi, dan kehilangan kandungan air, yang secara signifikan mengurangi umur simpan dan kualitas produk.

Hal ini sangat disayangkan karena mengakibatkan penurunan tingkat kesegaran dan meningkatkan resiko pembusukan pada buah tersebut, tidak hanya itu pekerja yang menangani buah buahan tersebut seperti petani, distributor, dan pedagang juga sangat terbebani, petani khususnya di negara berkembang dengan teknologi yang masih minim memiliki risiko yang besar karena buah yang dipanen tidak bisa bertahan lama, hal ini memaksa mereka untuk menjual hasil panen mereka dengan cepat, dan sering sekali menurunkan harga nilai buah tersebut untuk menghindari kerugian. Distributor yang bertanggung jawab untuk mengirimkan hasil panen pada pedagang juga mendapati tantangan yang besar, tanpa adanya lapisan coating buah buahan akan lebih rentan pada kerusakan dikarenakan kondisi suhu, guncangan, dll. Pedagang eceran juga harus menghadapi kerugian ketika buah yang mereka jual tidak lagi terlihat menarik dikarenakan kehilangan kesegaran atau mulai membusuk. Tidak hanya itu konsumen juga akan menerima buah dengan kualitas yang lebih rendah pada akhirnya.

Penyelesaian masalah tersebut telah dilakukan berbagai metode pengawetan. Pengawetan yang telah dikembangkan untuk masalah tersebut dimana buah akan diberikan *coating* yang tidak hanya digunakan untuk memastikan kesegaran buah tetapi juga untuk memastikan bahwa produk terlindungi selama transportasi, penyimpanan, dan penjualan, untuk menghambat pertumbuhan jamur, serta membuat produk terlihat lebih menarik. Tetapi dengan manfaat yang terlihat sangat menarik. Penggunaan coating yang pada umumnya berasal dari kandungan lilin memiliki beberapa masalah yang muncul seperti risiko kesehatan yang muncul apabila coating tidak dicuci bersih, yang dimana kasus seperti ini sangat signifikan pada daerah terpencil dengan masyarakat yang kekurangan edukasi, bahan coating sintesis dapat meninggalkan residu bahan kimia di permukaan buah yang berbahaya untuk dikonsumsi manusia, residu ini dapat

menyebabkan efek samping seperti iritasi, alergi, dan keracunan kimia ringan hingga kronis, coating yang tidak memenuhi standar dapat menimbulkan sakit perut, mual, muntah, serta diare berkepanjangan

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai metode pengawetan telah di kembangkan seperti edible coating pelapis yang aman untuk dimakan, tetapi masih banyak sekali penggunaan pelapis kimia yang berbahaya untuk dimakan, hal ini dikarenakan beberapa alasan seperti pelapis kimia biasa memiliki biaya yang jauh lebih rendah karena mudah diproduksi secara massal dan konsisten dibanding edible coating yang bergantung kepada bahan alami, tidak hanya itu kurang nya kesadaran, edukasi, dan regulasi juga menjadi faktor dalam tidak mengganti ke pelapis yang tidak berbahaya, dengan contoh beberapa kasus di negara berkembang atau wilayah yang terpencil mereka masih kurang sadar akan resiko kesehatan dari pelapis kimia, tidak hanya itu kurang nya alternatif pelapis yang aman untuk dimakan tetapi juga murah dan mudah untuk didapatkan juga menjadi sebuah faktor besar. Terdapat satu solusi yang dapat menyelesaikan masalah tersebut, solusi yang memiliki edible coating yang tidak hanya mudah untuk didapatkan dan memiliki harga yang terjangkau tetapi juga dapat menjaga kesegaran buah dengan tepat menyarankan penggunaan *Eucheuma cottonii* (alga merah) sebagai edible coating.

Indonesia adalah negara dengan keanekaragaman hayati dan spesies laut terbanyak. Indonesia menampung sekitar 45% spesies rumput laut di seluruh dunia. Laporan ekspedisi Siboga menunjukkan bahwa Indonesia memiliki sekitar 782 spesies rumput laut, terdapat 452 spesies alga merah. Sayangnya, dari banyak jenis rumput laut yang ada di perairan Indonesia, hanya sedikit yang diketahui memiliki nilai ekonomi tinggi.

akan sangat disayangkan jika kekayaan ini tidak dimanfaatkan dengan baik, dalam hal ini inovasi yang dikembangkan oleh peneliti adalah pemanfaatan alga merah sebagai carrageenan dan menjadi edible coating pada buah dan sayur.

*Eucheuma cottonii* (alga merah) mengandung komposisi yang sangat kompatibel untuk penelitian ini salah satu di antaranya adalah banyak nya kandungan protein dan sedikit nya serat yang dapat dilihat pada (gambar 2.2.1) membuat sangat cocok untuk dijadikan bahan seperti edible film, edible coating dan hal lain yang serupa, selain itu *Eucheuma cottonii* (alga merah) mengandung zat alami yang baik bagi kesehatan seperti antioksidan, anti HIV, anti alergik serta memiliki antibakteri dan antiinflamasi, menjadikannya bahan ideal untuk edible coating.

melihat dampak serta kesempatan yang tidak dimaksimalkan, maka perlu dilakukan upaya penelitian yang inovatif dan bermanfaat bagi masyarakat, ECOSHIELD,

adalah lapisan tipis terbuat dari *Eucheuma cottonii* (alga merah) yang dapat diaplikasikan pada permukaan buah dan sayur, yang bertujuan untuk melindungi produk dari fisik dan biologis, ECOSHIELD adalah edible coating yang bertujuan untuk

Karena itu, pendekatan baru diperlukan untuk mengatasi berlebihan dan guna mengurangi volume sampah plastik yang semakin tinggi demi

menyesuaikan indikator kelayakan hunian sebagai substansi komplemen pada jenama ke dua belas “Ensure sustainable consumption and production patterns”

ketujuh Sustainable Development Goals,

## **1.2. RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- Seberapa efektif *Eucheuma cottonii* (alga merah) sebagai bahan dasar edible coating dalam menjaga kesegaran buah buahan
- Apakah edible coating dari *Eucheuma cottonii* (alga merah) dapat menjadi alternatif yang lebih aman pada konsumen dibandingkan pelapis kimia ?
- Bagaimana pengaruh suhu penyimpanan dan waktu terhadap ketahanan serta efektivitas *Eucheuma cottonii* (alga merah) dalam menjaga kualitas buah dan sayur selama distribusi?

## **1.3. TUJUAN PENELITIAN**

- Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitasnya *Eucheuma cottonii* (alga merah) dalam menjadi alternatif edible coating untuk menjaga kesegaran buah buahan
- mengetahui apakah *Eucheuma cottonii* (alga merah) dapat menjadi alternatif yang lebih aman pada konsumen dibandingkan pelapis kimia
- mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan waktu terhadap ketahanan serta efektivitas *Eucheuma cottonii* (alga merah) dalam menjaga kualitas buah dan sayur selama distri7
- Mencapai *Sustainable Development Goals* ke 12 “konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab”

## **1.4. MANFAAT PENELITIAN**

Adapun beberapa manfaat yang dapat diambil pada penelitian ini adalah

- Mendapatkan edible coating alternatif yang murah dan mudah didapatkan

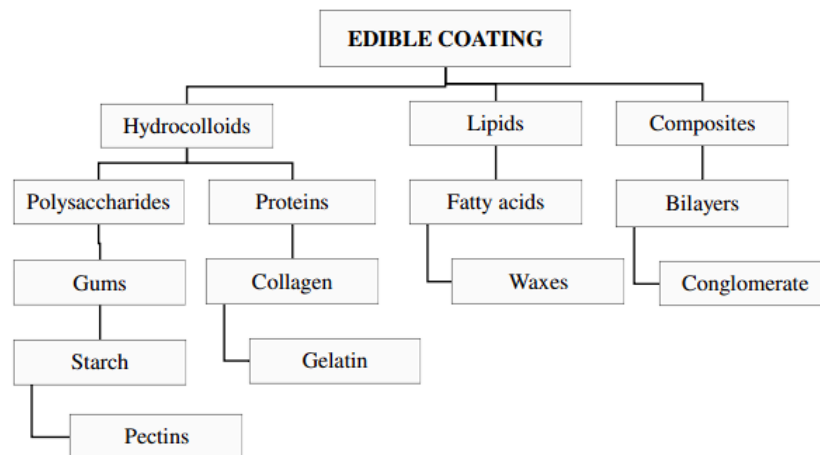
- Memanfaatkan sumber kekayaan spesies laut Indonesia
- Mengetahui pengaruh suhu dan waktu ketahanan dan efektivitas



## BAB II - KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Edible Coating

*Edible coating* adalah material yang diterapkan pada permukaan makanan yang dapat dimakan bersama dengan makanan tersebut. Tujuannya adalah memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, paparan cahaya, dan kontaminasi mikroba. Edible coating sering dibuat dari biopolimer seperti polisakarida, protein, lipid, atau kombinasi ketiganya, dan dapat mengandung senyawa antimikroba atau antioksidan untuk memperpanjang umur simpan makanan. Metode aplikasinya meliputi pencelupan, penyemprotan, atau pencetakan langsung pada makanan. Selain itu, bahan ini juga berfungsi sebagai penghalang terhadap transfer uap air, gas, dan senyawa lainnya untuk mempertahankan kualitas makanan.



Gambar 2.1

### 2.2. Alga Merah

Taksonomi *Eucheuma cottonii* (alga merah) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- **Kingdom:** Plantae
- **Divisi:** Rhodophyta (alga merah)
- **Kelas:** Florideophyceae
- **Ordo:** Gigartinales
- **Famili:** Solieriaceae
- **Genus:** Eucheuma
- **Spesies:** *Eucheuma cottonii*



Gambar 2.2 Penampakan Alga merah *Eucheuma cottonii*  
(sumber: <https://fpk.unair.ac.id/peranan-penting-yang-dimiliki-alga-merah-rhodophyta/> )

### 2.2.1. Manfaat Alga Merah

Alga merah merupakan salah satu jenis alga yang memiliki aktivitas biologis lebih tinggi dibandingkan jenis alga lainnya. Senyawa yang terdapat pada alga merah terutama berasal dari keluarga Rhodomeraceae. Alga rendah serat, karbohidrat dan lemak, serta mengandung mineral, vitamin dan asam amino sehingga cocok dijadikan bahan makanan dan memberikan dampak positif bagi kesehatan. Selain itu, metabolit primer (fikokoloid) yang dikandungnya, seperti karagenan, agar, dan alginat, dapat digunakan sebagai bahan pembentuk gel, penstabil, dan pengental dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi.

Metabolit lainnya adalah polisakarida polisulfat seperti laminaran, rhamnan sulfat, galaktosil gliserol, dan fukoidan, yang berperan sebagai antioksidan, anti alergi, anti HIV, anti kanker, dan antikoagulan. Penelitian lain juga melaporkan bahwa rumput laut memiliki efek antibakteri dan anti-inflamasi (Jiao et al., 2011; Pomin et al., 2008; Ngo et al., 2013; Lee et al., 2013 ; Maftuch et al., 2016). *Eucheuma cottonii* mengandung senyawa bioaktif alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin (Mutamimah et al., 2022).

Studi literatur menunjukkan aktivitas biologis alga *Eucheuma cottonii*, yaitu sifat antioksidan, antibakteri, dan penyembuhan luka (Teo et al., 2020).

| Spesies            | Komposisi Kimia Proksimat (%) (berat kering) |            |             |             |             |             |
|--------------------|----------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                    | Protein                                      | Lemak      | Serat       | Abu         | Air         | Karbohidrat |
| <i>E. cottonii</i> | 3,11±0,005                                   | 5,77±0,006 | 15,22±0,044 | 27,28±0,056 | 16,48±0,142 | 47,36±0,012 |

Gambar 2.2.1 Kandungan *Eucheuma cottonii* (Salnida Yuniarti Lumbessy et al.,).

### **2.3 Distribusi Buah Dan Sayur**

Distribusi buah dan sayur adalah proses yang penting, memastikan kesegaran sampai ke tangan pedagang dalam kondisi optimal. Satu hal yang sangat signifikan dalam memastikan buah dan sayur tetap dalam kondisi kesegaran awal adalah jarak dan waktu tempuh selama distribusi. Distribusi juga memiliki dua tipe dengan waktu tempuh dan kendala yang berbeda, dua tipe ini adalah distribusi lokal dan distribusi internasional. Pada jarak dan waktu tempuh distribusi lokal memiliki waktu yang jauh lebih singkat biasanya mengambil waktu 1 sampai 5 hari tetapi memiliki keterbatasan infrastruktur yang membuatnya lebih rentan pada suhu, dibandingkan dengan distribusi internasional yang bisa mengambil waktu 7 sampai 14 hari tetapi lebih rentan pada kerusakan di perjalanan yang panjang. Waktu dan kendala yang berbeda ini harus sudah dipertimbangkan jika ingin menghindari kebusukan buah dan sayur, oleh karena itu coating buah harus bisa memastikan pertimbangan ini.

#### **2.3.1. Kandungan Coating Sintetis (lilin)**

Lilin digunakan secara global sebagai bahan utama kandungan coating sintetis, ada beberapa alasan kenapa lilin sangat mendunia, biaya nya yang murah dan kesediaan yang banyak dan juga membuat buah kelihatan lebih menarik dari kilatan yg diberikan. Tetapi tentu saja manfaat yang diberikan tidak sebanding dengan efek negatif yang ada, lilin yang sering dipakai dari segi ekonomis adalah wax morpholine, wax ini sangat berbahaya jika tidak dicuci bersih karena bisa mengakibatkan gangguan fungsi hati dan merusak sel sel ginjal jika terpapar dengan jumlah yang signifikan, tidak hanya itu wax yang digunakan di buah sulit untuk dihilangkan hanya dengan air biasa.

## BAB III - METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat,waktu dan jadwal penelitian

#### A. Tempat

Pengumpulan *Eucheuma cottonii* (alga merah) dikutip menggunakan tangan. Uji lab akan menggunakan lab FTIR lab pengujian fakultas lingkungan USK, pembuatan kertas ilmiah dan penelitian semua dilakukan di sekolah fatih bilingual school

#### B. Waktu

Penelitian ini berlangsung selama lima bulan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut. Pertama, penelusuran literatur terkait dilakukan selama proses penyusunan proposal. Kedua, penyusunan proposal berlangsung selama lima bulan, yaitu dari November 2024 hingga Februari 2025.

### 3.3 Alat dan Bahan

Adapun Alat dan Bahan yang digunakan di penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.3

dibawah ini :

Tabel 3.3 Alat dan Bahan

| No | Alat Dan Bahan                        | Jumlah    | Penggunaan                                                                             |
|----|---------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <i>Eucheuma cottonii</i> (alga merah) | 1% - 2%   | Bahan dasar edible coating, memberikan kekuatan pada pelindung                         |
| 2  | Plasticizer (gliserol)                | 0.5% – 1% | Memberikan fleksibilitas dan elastisitas pada lapisan agar tidak retak.                |
| 3  | Aquadest                              | 96% – 98% | Sebagai pelarut utama untuk mencampurkan semua bahan                                   |
| 4  | Minyak kelapa                         | 0.5% – 1% | Menambahkan sifat hidrofobik untuk mengurangi penyerapan air dan kehilangan kelembapan |
| 5  | Hot plate                             | 1         | sebagai wadah pemanas                                                                  |

### 3.5 Metode Dan Analisis

Adapun tahapan metode pada penelitian ini yang bisa dilihat di gambar berikut:



gambar peta pikiran *workflow*

#### 3.5.1 Analisis Data

1. Uji FTIR  
Kandungan edible coating akan diuji untuk memastikan coating organik dan edible. Pengujian akan dilakukan pada laboratorium kualitas lingkungan lab teknik kimia
2. Uji ketahanan buah dan sayur  
Pengujian kekuatan dan ketahanan edible coating pada buah dan sayuran akan diuji dengan cara menghitung masa kesegaran buah dan sayuran
3. Uji edible coating terhadap suhu  
Pengujian suhu akan dilakukan berdasarkan ketahanan edible coating di buah pada suhu biasa saat distribusi yaitu 40 derajat celcius, sebuah kotak juga akan disiapkan untuk mensimulasikan distribusi

## DAFTAR PUSTAKA

Fauziati “proses produksi wax jenis fully refined (frw) dari hard semi refined (hsr) dalam rangka meningkatkan nilai tambah” (2016)

<https://goaskalice.columbia.edu/answered-questions/are-waxy-fruits-safe-eat> (2016)

<https://www.tempo.co/gaya-hidup/dampak-buruk-lapisan-lilin-pada-buah-anggur-ketika-dikonsumsi-begini-cara-tepat-menghilangkannya-127254> (2023)

<https://fpk.unair.ac.id/peranan-penting-yang-dimiliki-alga-merah-rhodophyta> (2023)

(Jiao et al., 2011; Pomin et al., 2008; Ngo et al., 2013; Lee et al., 2013 ; Maftuch et al., 2016).

Mutamimah, D., Mufaidah, I., & Utami, A. U. . Karakterisasi Bioaktif Ekstrak *Eucheuma cottonii* Di Perairan Desa Sumberkencono, Banyuwangi. (2022)

(Teo et al., 2020).