



**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichornia Crassipess*) sebagai ASAP CAIR dengan TEKNOLOGI PIROLISIS dalam UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN dan PENINGKATAN EKONOMI MASYARAKAT di RAWA PENING**



Disusun oleh

**Rita Dwi Ratnani**  
**NIM. 30000117510008**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2022**

**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichornia  
Crassipess*) sebagai ASAP CAIR dengan TEKNOLOGI  
PIROLISIS dalam UPAYA PENGELOLAAN  
LINGKUNGAN dan PENINGKATAN EKONOMI  
MASYARAKAT DI RAWA PENING**

Disertasi  
Untuk memperoleh gelar Doktor  
dalam Ilmu Lingkungan pada Universitas Diponegoro

Untuk dipertahankan di hadapan  
Dekan Sekolah Pascasarjana dan Tim Penguji pada Ujian Tertutup  
Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro  
**Pada Tanggal 13 Bulan April 2022 pada pukul 13.00 WIB**

oleh  
**Rita Dwi Ratnani**  
**NIM. 30000117510008**  
**Tempat lahir, Kendal 12 Juni 1975**

SEKOLAH PASCASARJANA

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichornia  
Crassipess*) sebagai ASAP CAIR dengan TEKNOLOGI  
PIROLISIS dalam UPAYA PENGELOLAAN  
LINGKUNGAN dan PENINGKATAN EKONOMI  
MASYARAKAT DI RAWA PENING**


oleh

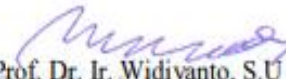
**Rita Dwi Ratnani**  
**NIM. 3000117510008**

Telah disetujui oleh :  
Telah diuji dan dinyatakan lulus ujian pada **Tanggal 13 Bulan April Tahun 2022**  
oleh tim penguji Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana  
Universitas Diponegoro.

Promotor

Ko Promotor:

  
Prof. Dr. Hadiyanto, ST., M.Sc., IPU  
NIP. 197510281999031004  
Tanggal .....

  
Prof. Dr. Ir. Widiyanto, S.U  
NIP. 195212221980011001  
Tanggal .....

Mengetahui,

Dekan  
Sekolah Pascasarjana  
Universitas Diponegoro

Ketua Program Studi  
Doktor Ilmu Lingkungan  
Sekolah Pascasarjana  
Universitas Diponegoro



**Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum**  
NIP. 196701011991031005  
Tanggal .....

**Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si**  
NIP. 197508241999031003  
Tanggal .....

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichornia  
Crassipess*) sebagai ASAP CAIR dengan TEKNOLOGI  
PIROLISIS dalam UPAYA PENGELOLAAN  
LINGKUNGAN dan PENINGKATAN EKONOMI  
MASYARAKAT DI RAWA PENING**

oleh

**Rita Dwi Ratnani  
NIM. 30000117510008**

Telah disetujui oleh :

**Pimpinan Sidang**

**Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum**

**Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si**

**Anggota Tim Penguji  
Prof. Dr. Eddy Heraldy, M.Si.**

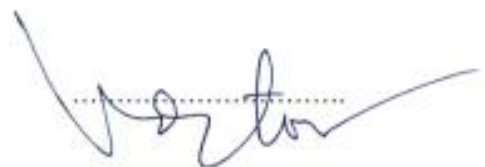
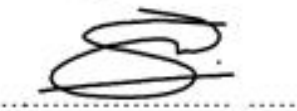
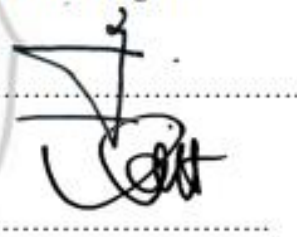
**Prof. Dr. Istadi, S.T., M.T.**

**Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.**

**Prof. Dr. Ir. Widiyanto, S.U**

**Prof. Dr. Hadiyanto, ST., M.Sc., IPU**

**Tanda Tangan**



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Rita Dwi Ratnani  
NIM :30000117510008  
Mahasiswa :Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan  
Pascasarjana Universitas Diponegoro

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Disertasi yang berjudul **“Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipess*) sebagai Asap Cair dengan Teknologi Pirolisis dalam Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Peningkatan Ekonomi Masyarakat di Rawa Pening”** adalah karya ilmiah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (doktor) di perguruan tinggi manapun.
2. Disertasi ini adalah murni ide, rumusan, dan hasil penelitian saya serta dilakukan tanpa bantuan orang lain, kecuali Tim Promotor dan narasumber.
3. Disertasi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh, dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Semarang, April 2022  
Yang Membuat Pernyataan,



Rita Dwi Ratnani

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan disertasi ini dapat terselesaikan. Adapun topik penelitian disertasi ini adalah **“Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipess*) sebagai Asap Cair dengan Teknologi Pirolisis dalam Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Peningkatan Ekonomi Masyarakat di Rawa Pening”**. Penelitian dilatarbelakangi oleh permasalahan yang timbul di Rawa Pening akibat pertumbuhan eceng gondok yang demikian pesat. Disertasi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Ilmu Lingkungan. Pada kesempatan ini disampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT serta berkah Nabi Muhammad SAW
2. Rektor Universitas Diponegoro yang memberikan kesempatan dan fasilitas untuk mengikuti pendidikan di program Doktor ilmu lingkungan.
3. Bapak Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum selaku Dekan Sekolah Pascasarjana, yang berkenan untuk memfasilitasi kegiatan ujian ini.
4. Prof. Dr. Hadiyanto, ST., M.Sc., IPU selaku promotor, Prof. Dr. Ir. Widiyanto, S.U selaku ko-promotor, yang selalu memberikan semangat, nasehat, saran, ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Prof. Dr. Istadi, ST., MT, Prof. Dr. Eddy Heraldly, MSi, dan Dr. Ing. Sudarno, ST., MSc, selaku penguji pada kegiatan ujian pada kesempatan kali ini.
6. Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan sekaligus penguji
7. Seluruh staff dan karyawan Program Doktor Ilmu Lingkungan serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan manfaat bagi pengelolaan lingkungan. Aamin ya Rabbal ‘alamin.

Semarang, April 2022

Penulis

## HALAMAN EKSTRA

1. Ibu dan Bapak ( Ibu Hj. Masiyati, Bp. H. Suyadi), ayah mertua (Bp. H. Sadjidin) dan Alm. ibu mertua (Alm. Hj. Wasilah).
2. Zuhdi Nurrahanto (suami) dan anak-anakku tersayang (Maulida Salsabilla Nurrita dan Muhammad Naufalinnuha) yang dengan penuh kasih sayang, kesabaran dan tentunya pengorbanan yang tidak ternilai, serta selalu memberikan semangat, doa dan motivasi untuk senantiasa berkarya dan beribadah.
3. Prof. Dr. Mahmutarom HR, SH., MH; Prof. Dr. Noor Achmad, MA; Dr. Noor Kusuma Dewi, M.Si, Prof Dr. Mudzakkir Ali, MA, Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng., IPU, ASEAN Eng., Prof Dr. Ir. Rochmadi SU, Prof Dr. Ir. Stefanus, MS., Prof. Dr. Ir. Hargono, SU, Dr. Ir. Indro Sumantri, M.Eng yang selalu memberi semangat kepada saya untuk terus berjuang.
4. Sahabat terkasih dan sangat spesial Dr. Adian Khoironi ST, M.Si., Dr. Nururrahmah, S.Si., M.Si., Dr. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., Dr. Helmy Purwanto, ST., MT., Dr. Andi Purwono, S.IP., M.Si., Dr. Agus Riyanto, S.IP., M.Si., Dr. Mastur SH., MH., Dr. Cholid S.Ag., M.Pd., mbak Octa, bu Rosida, pak Arif dan masih banyak lagi terima kasih atas segala nasehatnya, dan waktunya untuk belajar bersama.
5. Rekan rekan seperjuangan DIL 11, terimakasih atas kebersamaan, motivasi dan berbagi ilmu selama perkuliahan.
6. Teman-teman dosen dan tendik Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim yang telah memberikan dukungan yang luar biasa.
7. Teman-teman dosen dan tendik Fakultas Kedokteran Universitas Wahid Hasyim yang telah memberikan dukungan yang luar biasa.
8. Seluruh civitas akademika program Doktor Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.  
Seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doanya.

# DAFTAR ISI

## DAFTAR ISI

<u>HALAMAN EKSTRA</u> .....	vii
<u>DAFTAR ISI</u> .....	viii
<u>DAFTAR TABEL</u> .....	xii
<b>BAB I</b> <u>PENDAHULUAN</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 <u>Latar Belakang</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 <u>Perumusan Masalah</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 <u>Kebaruan</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 <u>Tujuan Penelitian</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.1 <u>Tujuan Umum</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.2 <u>Tujuan Khusus</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 <u>Manfaat Penelitian</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II</b> <u>TINJAUAN PUSTAKA</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 <u>Rawa Pening</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 <u>Eceng Gondok</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 <u>Pirolisis</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 <u>Faktor yang berpengaruh terhadap pirolisis</u> <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 <u>Asap Cair</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 <u>Manfaat Asap cair</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 <u>Response surface methodology (RSM)</u> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 <u>Life Cycle Assesment (LCA)</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.1 <u>Tujuan dan ruang lingkup</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.2 <u>Tahap Analisis inventori</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.3 <u>Tahap Analisis dampak lingkungan</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.4 <u>Interpretasi</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 <u>Protokol gas rumah kaca</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III</b> <u>KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP&amp; HIPOTESIS</u> .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



- 3.1 Kerangka teori .....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.2 Kerangka Konsep .....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.3 Hipotesis penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

**BAB IV METODE PENELITIAN** .....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.1 Persepsi masyarakat Rawa Pening terhadap eceng gondok ..... **Error! Bookmark not defined.**

- 4.1.1 Penentuan responden.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2 Jenis data yang diambil.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.3 Analisis hasil.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2 Pirolisis eceng gondok menjadi asap cair untuk mengawetkan belut  
**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1 Pirolisis asap cair dari eceng gondok**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.1 Variabel yang dijaga tetap, variabel bebas dan variabel terikat.  
**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.1.1 Variabel yang dijaga tetap. ....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.1.2 Variabel bebas (Independent Variabel). ....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.1.3 Variabel terikat (Dependent Variabel). **Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.2 Tempat dan waktu pirolisis .....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.3 Alat yang digunakan.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.4 Bahan baku pirolisis asap cair.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.5 Prosedur penelitian dan proses pirolisis asap cair..... **Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.5.1 Tahap pembuatan rancangan formulasi **Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.5.2 Tahap pembuatan asap cair.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.5.3 Tahapan analisis respon.....**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.1.6 Analisis hasil pirolisis asap cair ...**Error! Bookmark not defined.**

- 4.2.2 Asap cair dari eceng gondok menjadi pengawet belut..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2.1	<u>Variabel yang dijaga tetap, variabel bebas dan variabel terikat</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.1.1	<u>Variabel yang dijaga tetap dalam pengawetan belut .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.1.2	<u>Variabel bebas pengawetan belut .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.1.3	<u>Variabel terikat pengawetan belut .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.2	<u>Tempat dan waktu pengawetan belut .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.3	<u>Alat yang digunakan .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.4	<u>Bahan .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.5	<u>Prosedur penelitian .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.6	<u>Analisis hasil pengawetan belut ...</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	<u>Evaluasi dampak lingkungan akibat pirolisis</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	<u>Tempat dan waktu penelitian. ....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	<u>Prosedur penelitian .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3	<u>Analisis dampak pirolisis menggunakan LCA</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3.1	<u>Tujuan dan ruang lingkup .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3.2	<u>Inventarisasi .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3.3	<u>Analisis dampak .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3.4	<u>Interprestasi .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V	<u>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	<u>Persepsi masyarakat Rawa Pening terhadap eceng gondok .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.1	<u>Gambaran umum eceng gondok di Rawa Pening</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.2	<u>Persepsi masyarakat tentang asap cair dari eceng gondok .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.3	<u>Uji validitas, reliabilitas, asumsi klasik, dan hipotesis .....</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

5.1.3.1	<u>Uji validitas</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.3.2	<u>Uji reliabilitas</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.3.3	<u>Uji asumsi klasik</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.3.4	<u>Uji Statistik</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	<u>Pirolisis eceng gondok menjadi asap cair sebagai pengawet</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1	<u>Pirolisis asap cair dari eceng gondok kering dan basah</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.1	<u>Pengaruh suhu dan waktu terhadap volume asap cair</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.1.1	<u>Pengembangan model volume asap cair dari eceng gondok</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1.1.2	<u>Optimasi volume asap cair dari eceng gondok</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.2	<u>Pengaruh suhu dan waktu terhadap pH asap cair</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.2.1	<u>Pengembangan model pH asap cair dari eceng gondok</u> .	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.2.2	<u>Optimasi pH asap cair dari eceng gondok</u> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1.3	<u>Pengaruh suhu dan waktu terhadap densitas asap cair</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.3.1	<u>Pengembangan model densitas asap cair</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1.3.2	<u>Optimasi densitas asap cair dari eceng gondok</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.4	<u>Pengaruh suhu dan waktu terhadap indeks bias</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
5.2.1.4.1	<u>Pengembangan model indeks bias asap cair</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1.4.2	<u>Optimasi indeks bias asap cair dari eceng gondok</u> .....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	

- 5.2.1.5 Pengaruh suhu dan waktu terhadap total asam asap cair..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.1.5.1 Pengembangan model total asam pada asap cair ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.1.5.2 Optimasi total asam dari eceng gondok **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.1.6 Pengaruh suhu dan waktu terhadap total fenol.. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.1.6.1 Pengembangan model total fenol asap cair.. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.1.6.2 Optimasi total fenol asap cair dari eceng gondok..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.1.7 Pengaruh suhu dan waktu terhadap total karbonil..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.1.7.1 Pengembangan model total karbonil asap cair ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.1.7.2 Optimasi total karbonil asap cair dari eceng gondok..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.2 Karakteristik asap cair eceng gondok. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.2.1 Karakteristik asap cair dari eceng gondok kering ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.2.2 Karakteristik asap cair dari eceng gondok basah ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.3 Asap cair eceng gondok sebagai pengawet belut **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.3.1 Analisis TPC (*Total Plate Count*) pada belut asap..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.3.1.1 Pengembangan model untuk prediksi nilai TPC..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- 5.2.3.1.2 Optimasi TPC pada belut asap **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2.3.2 Analisis TVB (*Total Volatile Base*) pada belut asap..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

5.2.3.2.1	<u>Pengembangan model untuk prediksi nilai TVB</u> .....	<b>Error!</b>
		<b>Bookmark not defined.</b>
5.2.3.2.2	<u>Optimasi TVB pada belut asap</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	<u>Evaluasi dampak lingkungan akibat pirolisis</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1	<u>Analisis aspek lingkungan dengan metode LCA</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1.1	<u>Tujuan dan atasan penelitian</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1.2	<u>Inventarisasi siklus hidup</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1.3	<u>Perkiraan dampak dan siklus hidup</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1.4	<u>Interprestasi data</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.2	<u>Rekomendasi proses pirolisis ramah lingkungan</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI	<u>KESIMPULAN DAN SARAN</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1	<u>Kesimpulan</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2	<u>Saran</u> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.3	<u>Ucapan Terima kasih (acknowledgement)</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN-3	<u>(Hasil analisis komposisi Eceng gondok)</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN-4	<u>(Hasil analisis asap cair dengan GCMS)</u>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rentang dan level pirolisis eceng gondok menjadi asap cair ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Rancangan percobaan pirolisis eceng gondok menjadi asap cair .. **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Rentang dan level variabel pengawetan belut**Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Rancangan percobaan pengawetan belut**Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Inventori data pirolisis asap cair dari eceng gondok**Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.1 Analisa ekonomi produksi asap cair dari eceng gondok..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.2 Hasil uji validitas atas pertanyaan..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.3 Uji reliabilitas..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.4 Uji normalitas..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.5 Uji multikolinieritas ..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.6 Hasil analisis regresi linier berganda ..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.7 Uji F Statistik ANOVA..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.8 Uji determinasi ( $R^2$ ) ..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.9 Komposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin.**Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.10 Respon volume asap cair eceng gondok**Error!** **Bookmark not defined.**

Tabel 5.11 Analisis varian volume asap cair dari eceng gondok kering..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.12 Analisis varian volume asap cair dari eceng gondok basah..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.13 Estimasi koefisien regresi volume eceng gondok kering..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.14 Estimasi koefisien regresi volume eceng gondok basah..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.15 Respon pH Asap cair eceng gondok... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.16 Analisis varian pH eceng gondok kering **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.17 Analisis varian pH eceng gondok basah **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.18 Estimasi koefisien regresi terhadap pH eceng gondok kering ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.19 Estimasi koefisien regresi terhadap pH eceng gondok basah ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.20 Respon densitas asap cair dari eceng gondok **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.21 Analisis varian densitas pada eceng gondok kering **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.22 Analisis varian pada densitas pada eceng gondok basah ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.23 Estimasi koefisien regresi densitas pada eceng gondok kering ... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.24 Estimasi koefisien regresi densitas pada eceng gondok basah .... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.25 Respon indeks bias asap cair dari eceng gondok**Error! Bookmark not**

**defined.**

Tabel 5.26 Analisis varian indeks bias asap cair dari eceng gondok kering.. **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.27 Analisis varian pada indeks bias pada eceng gondok basah ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.28 Estimasi koefisien regresi indeks bias eceng gondok kering ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.29 Estimasi koefisien regresi indeks bias eceng gondok basah ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.30 Hubungan variabel penelitian total asam asap cair**Error! Bookmark**

**not defined.**

Tabel 5.31 Analisis varian total asam eceng gondok kering**Error! Bookmark not**

**defined.**

Tabel 5.32 Analisis varian total asam eceng gondok basah**Error! Bookmark not**

**defined.**

Tabel 5.33 Estimasi koefisien regresi total asam eceng gondok kering ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.34 Estimasi koefisien regresi total asam eceng gondok basah ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Tabel 5.35 Analisis varian total fenol asap cair eceng gondok**Error! Bookmark**

**not defined.**



Tabel 5.36 Analisis varian total fenol pada eceng gondok kering**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.37 Analisis varian total fenol pada eceng gondok basah**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.38 Estimasi koefisien regresi total fenol eceng gondok kering ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.39 Estimasi koefisien regresi total fenol eceng gondok basah ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.40 Analisis varian total karbonil asap cair dari eceng gondok ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.41 Analisis varian total karbonil eceng gondok kering**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.42 Analisis varian total karbonil eceng gondok basah**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.43 Estimasi koefisien regresi total karbonil eceng gondok kering ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.44 Estimasi koefisien regresi total karbonil eceng gondok basah .... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.45 Perbedaan komposisi asam, fenol dan karbonil**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.46 Response TPC pada pengawetan belut dengan asap cair..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.47 Analisis varian nilai TPC pada belut asap**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.48 Estimasi koefisien regresi pada TPC belut asap**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.49 Response TVB pengawetan ikan belut menggunakan asap cair.. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.50 Analisis varian nilai TVB pada belut asap**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.51 Estimasi koefisien regresi nilai TVB pada belut asap..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.52 Inventori data pirolisis asap cair dari eceng gondok**Error! Bookmark not defined.**



SEKOLAH PASCASARJANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kondisi Rawa Pening dikendalikan (a) dan tidak (b) ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Eceng gondok di Rawa Pening..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Diagram alir pembuatan asap cair (Bhattacharya dan Kumar 2010)

..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.4 Skema proses pirolisis..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.5 Teknologi konversi biomassa..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Kerangka teori..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Kerangka konsep..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Peta wilayah Desa Rawaboni Kecamatan Banyubiru ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Reaktor pirolisis ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Ruang lingkup pirolisis asap cair dari eceng gondok..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Alur penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.1 lokasi panen eceng gondok di Rawaboni Rawa Pening..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 5.2 Hasil uji heteroskedastisitas ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.3 Hasil Asap cair eceng gondok kering (a), basah (b) **Error! Bookmark**

**not defined.**

Gambar 5.4 Respons surface volume pada eceng gondok kering..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

Gambar 5.5 Respons surface volume pada eceng gondok basah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.6 Respons surface pH pada eceng gondok kering**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.7 Respons surface pH pada eceng gondok basah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.8 Respon surface densitas pada eceng gondok kering**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.9 Respon surface densitas pada eceng gondok basah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.10 Respons surface indeks bias pada eceng gondok kering.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.11 Respon surface indeks bias pada eceng gondok basah .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.12 Respons surface total asam pada eceng gondok kering. ....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.13 Respons surface total asam pada eceng gondok basah .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.14 Respons surface total fenol pada eceng kering**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.15 Respons surface total fenol pada eceng Basah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.16 Respons surface total fenol pada eceng kering**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.17 Respons surface total fenol pada eceng basah**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.18 Pengamatan GCMS asap cair dari eceng gondok kering ..... **Error! Bookmark not defined.**

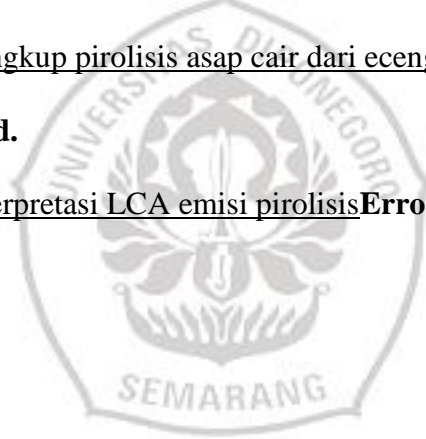
Gambar 5.19 Pengamatan GCMS asap cair dari eceng gondok basah ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.20 Respons surface TPC belut asap .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.21 Respons surface TVB belut asap.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.22 Ruang lingkup pirolisis asap cair dari eceng gondok..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.23 Hasil Interpretasi LCA emisi pirolisis**Error! Bookmark not defined.**



SEKOLAH PASCASARJANA

## Abstrak

Eceng gondok tumbuh sangat cepat sehingga memerlukan penanganan yang cepat pula. Pirolisis adalah salah satu cara cepat untuk mengelola eceng gondok. Eceng gondok di Rawa Pening perlu segera ditangani karena pertumbuhannya sangat cepat. Pemanfaatan asap cair dari eceng gondok sebagai pengawet belut untuk mengelola lingkungan di Rawa Pening adalah tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian dicapai dalam tiga tahap: (1) menyelidiki persepsi masyarakat desa Rawaboni di Rawa Pening, (2) mencari kondisi optimum atas proses pirolisis eceng gondok menjadi asap cair serta pemanfaatan asap cair yang dihasilkan untuk mengawetkan belut, (3) analisis dampak proses pirolisis terhadap lingkungan.

Penelitian didesain secara eksperimental, di lapangan dan laboratorium. Penelitian tentang persepsi dilakukan dengan wawancara kepada masyarakat Rawaboni yang bekerja di Rawa Pening sehari-hari. Penelitian laboratorium dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Universitas Wahid Hasyim, Laboratorium Biokimia Farmasi, Laboratorium Instrumen Universitas Diponegoro, dan Laboratorium Instrumen Universitas Gadjah Mada. Hasil penelitian laboratorium dianalisis menggunakan RSM dengan bantuan Minitab, dan evaluasi dampak menggunakan SimaPro.

Berdasarkan hasil penelitian, faktor ekonomi, sosial, politik, teknik dan budaya **berpengaruh** terhadap persepsi masyarakat terhadap pirolisis eceng gondok menjadi asap cair dengan nilai  $R^2$  54,4%. Pirolisis eceng gondok menjadi asap cair memperoleh kondisi yang paling optimum pada suhu 400 °C dan waktu 4 jam dengan komposisi yang lengkap dan aman untuk pengawetan belut. Perolehan nilai TPC dan TVB telah memenuhi syarat SNI-01-2717-1992 dan SNI 01-2729-2-2006 tentang batasan maksimum TPC dan TVB pada ikan asap. Kesimpulan dari penilaian dampak pada proses pirolisis adalah asap dari proses pirolisis tidak memberikan dampak penting. Gas yang dihasilkan dari pirolisis ( $H_2$ , CO,  $C_2H_6$ ) berefek cukup rendah pada lingkungan (*climate change*), yaitu sebesar 26,9 kg  $CO_2$  eq dan photochemical 0,554 kg NMVOC. Justru dampak paling penting dari cepatnya pertumbuhan eceng gondok adalah dari hasil kajian LCA.

Simpulan dari penelitian ini adalah persepsi masyarakat dipengaruhi faktor ekonomi dan budaya. Namun secara simultan dihasilkan nilai F hitung lebih besar dari F Tabel, maka variabel ekonomi, sosial, politik, teknik dan budaya secara bersama-sama **berpengaruh** terhadap persepsi masyarakat dengan nilai  $R^2$  54,4%. Model optimasi proses pirolisis terhadap eceng gondok kering dan basah pada masing-masing parameter respon densitas memberikan pengaruh yang positif dengan nilai  $R^2$  73,2%. Pengujian terhadap belut asap memperoleh hasil yang menggembirakan, dimana asap cair mampu menghambat tumbuhnya bakteri dan menjaga protein dalam belut asap. Hasil tersebut dibuktikan dengan nilai TPC dan TVB yang sesuai standar SNI. Hasil menggembirakan juga diperoleh pada uji dampak lingkungan pada proses pirolisis, bahwa eceng gondok berdampak paling besar terhadap lingkungan, sehingga pirolisis eceng gondok menjadi asap cair sangat tepat untuk diterapkan.

**Keyword:** *Persepsi Masyarakat Rawa Pening, Eceng Gondok, Optimasi, Pirolisis*

## *Abstract*

Water hyacinth grows very fast, so it needs fast handling too. Pyrolysis is one of the quick ways to manage water hyacinth. Water hyacinth in Rawa Pening is very important to be managed immediately because of its fast growth. This study aims to utilize water hyacinth into liquid smoke as an eel preservative in an effort to manage the environment in Rawa Pening. The research objectives were achieved in 3 stages: (1) investigating the perception of the people of Rawaboni Rawa Pening, (2) finding the optimum conditions for the pyrolysis process of water hyacinth into liquid smoke and utilizing the resulting liquid smoke to preserve eels and (3) analyzing the environmental impact of the pyrolysis process. that happened.

The research was designed experimentally and carried out in the field and the laboratory. Research on perceptions was conducted by interviewing the people of Rawaboni who work in Rawa Pening daily. Laboratory research was conducted at the Chemical Process Laboratory of Wahid Hasyim University, the Pharmaceutical Biochemistry Laboratory, the Instrument Laboratory of the Diponegoro University, and the Instrument Laboratory of the Gadjahmada University. The results of the research in the laboratory were analyzed using RSM with the help of Minitab, and impact evaluation was analyzed using SimaPro.

Based on the study results, economic, social, political, technical and cultural factors influence the people's perception of the pyrolysis of water hyacinth into liquid smoke with an with an  $R^2$  value of 54.4%. Pyrolysis of water hyacinth into liquid smoke obtained the most optimum conditions at 400 °C and 4 hours with a complete and safe composition for eel preservation. The obtained values of TPC and TVB have met the requirements of SNI-01-2717-1992 and SNI 01-2729-2-2006 regarding the maximum limit of TPC and TVB in smoked fish. The impact assessment on the pyrolysis process concluded that the smoke produced from the pyrolysis process did not have a significant impact. The gas produced from pyrolysis ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $C_2H_6$ ) has a fairly low effect on the environment (climate change), 26.9 kg  $CO_2$  eq and 0.554 kg NMVOC photochemical. The most critical impact from the rapid growth of water hyacinth is the results of the LCA study.

This research concludes that economic and cultural factors influence the public's perceptions. However, simultaneously the calculated F value is greater than the F Table, then the economic, social, political, technical and cultural factors together influence people's perception with an  $R^2$  value of 54.4%. The optimization model of the pyrolysis process for dry and wet water hyacinth on each density response parameter has a positive effect with an  $R^2$  value of 73.2%. The smoked eel test obtained encouraging results where the liquid smoke could inhibit the growth of bacteria and maintain the protein in the smoked eel. These results are proven by the TPC and TVB values according to SNI standards. Exciting results were also obtained from the environmental impact test in the pyrolysis process, that water hyacinth had the most significant impact on the environment, so the pyrolysis of water hyacinth into liquid smoke was very appropriate to do.

Keywords: Rawa Pening Community Perception, Water Hyacinth, Optimization, Pyrolysis

## Intisari dan Summary

Rawa Pening merupakan satu di antara lima belas danau prioritas untuk diselamatkan sebagai hasil konferensi danau tingkat nasional tahun 2009 yang menitikberatkan pada pengelolaan danau berkelanjutan. Konferensi tersebut bertujuan untuk melestarikan, memulihkan, dan mempertahankan fungsi danau melalui tujuh program: (1) memanfaatkan sumber daya air, (2) mengelola ekosistem, (3) mengembangkan sistem monitoring evaluasi dan informasi, (4) menyiapkan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau, (5) mengembangkan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi, (6) meningkatkan peran masyarakat serta (7) pendanaan yang berkelanjutan.

Kelestarian lingkungan di sekitar Rawa Pening berubah akibat gulma eceng gondok yang tumbuh sangat cepat akibat eutrofikasi. Eutrofikasi adalah keberadaan nutrisi berlebih berupa fosfat dan nitrat dari kegiatan perikanan, pertanian, peternakan, dan pemukiman dari lahan sekitar danau. Permasalahan ini menyebabkan eceng gondok tumbuh sangat cepat dan berlipat ganda dalam waktu singkat. Pertumbuhannya menghasilkan hampir 2 ton biomassa per hektar dan dua kali lipat populasinya setiap hari. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat ini berdampak buruk terhadap flora dan fauna. Telah banyak upaya yang dilakukan untuk pemberantasannya, namun hasilnya belum maksimal.

Upaya pemberantasan yang terpadu, sistematis, dan terintegrasi harus dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup. Upaya tersebut juga dapat mencegah terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup. Kerusakan lingkungan dapat dicegah melalui penegakan hukum, pengendalian, perencanaan, pengawasan, pemeliharaan, dan pemanfaatan lingkungan secara benar.



Sampai saat penelitian ini dilakukan, persepsi masyarakat terhadap eceng gondok masih terbagi dua. Sebagian masyarakat menganggap bahawa eceng gondok merugikan, dan sebagian lagi menganggapnya menguntungkan. Eceng gondok dianggap merugikan karena dapat merusak keramba, menghambat mobilitas nelayan, dan mengakibatkan pendangkalan. Sebagian pihak lainnya menyatakan bahwa eceng gondok bermanfaat.

Eceng gondok telah dimanfaatkan untuk berbagai produk. Namun, berbagai upaya pemanfaatan tersebut ternyata belum mampu menyelesaikan masalah. Upaya pemanfaatan yang diusulkan adalah memproduksi asap cair dari eceng gondok untuk mengelola eceng gondok dalam jumlah yang besar agar seimbang dengan pertumbuhannya. Eceng gondok digunakan sebagai bahan baku asap cair karena mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa berturut-turut 10-30 %, 20-50 % dan 20-40 %. Pirolisis dapat terjadi karena kayu mengandung hemiselulosa, selulosa, dan lignin untuk menghasilkan asap cair.

Kebutuhan asap cair di Indonesia menunjukkan kenaikan dalam lima tahun terakhir. Kebutuhan asap cair dicukupi oleh produk asap cair lokal dan impor. Perusahaan asap cair di Indonesia antara lain CV Riko Jaya, PT Global Daerub Industri, dan CV Prima Rosandries. Perusahaan asap cair lokal, dengan kapasitas produksi 15.536,6 ton/tahun, belum mampu mencukupi kebutuhan asap cair dalam negeri. Kebutuhan asap cair sebagai bahan pengawet makanan alami makin meningkat setiap tahunnya sehingga sebagian kebutuhan dipenuhi dengan impor. Berdasarkan data BPS, jumlah impor tahun 2019 adalah 24.209,67 ton/tahun. Perkiraan kebutuhan asap cair di Indonesia tahun 2025 sebesar 44.179,30 ton/tahun.

Teknologi pirolisis telah dikembangkan selama beberapa tahun belakangan. Pirolisis adalah proses awal yang terjadi saat bahan organik pertama dipanaskan

tanpa oksigen untuk menghasilkan gas yang mudah terbakar. Teknologi pirolisis adalah salah satu upaya untuk mengurangi gas karbon akibat pembakaran. Proses pirolisis menghasilkan asap cair, tar, dan gas-gas yang tidak terembunkan.

Gas pirolisis yang umumnya muncul adalah  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ , gas organik, dan uap air. Gas pirolisis tandan kosong kelapa sawit yang muncul adalah  $H_2$ ,  $CO$ , dan  $CH_4$ . Pirolisis adalah salahsatu upaya untuk melindungi lingkungan. Upaya melindungi dan mengelola lingkungan hidup adalah amanah Undang-undang Lingkungan Hidup. Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup serta UUD Negara Republik Indonesia pasal 28 bahwa hak asasi setiap warga negara untuk memperoleh lingkungan hidup yang baik dan sehat. Kesatuan benda, daya, ruang, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia serta perilakunya terhadap alam, perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain disebut lingkungan hidup.

Pirolisis bahan organik seperti biomassa dilakukan pada suhu tinggi. Pemanasan pada suhu lebih dari  $270^{\circ}C$  akan membentuk arang, tar, dan uap. Uap yang terbentuk dapat mengalami kondensasi menjadi asap cair yang dikenal sebagai *bio-oil*, *bio-crude*, atau bio-minyak. Pirolisis asap cair telah dilakukan dengan berbagai bahan organik, contohnya kayu akasia, tempurung kelapa, tempurung dan serat kelapa, nyamplung, tongkol jagung, kulit durian, sabut kelapa, limbah kayu pelawan, cangkang kelapa sawit, sampah organik padat, kayu sengon, limbah kayu pinus, limbah kayu pinus dengan katalis lempung, tempurung kelapa dan cangkang kopi, tempurung kenari, dan limbah padat pati aren.

Penelitian tentang pirolisis biomasa telah dilakukan, namun belum banyak yang meneliti pirolisis asap cair dari eceng gondok sebagai pengawet ikan. Selama ini, penelitian hanya mengkaji tentang asap cair dari eceng gondok sebagai energi.

Penelitian ini mengkaji tiga hal: (1) mengetahui persepsi masyarakat di sekitar Rawaboni, Rawa Pening, tentang potensi eceng gondok sebagai asap cair, (2) Mencari kondisi optimum untuk membuat asap cair dari eceng gondok kering dan basah, serta memanfaatkan asap cair untuk mengawetkan belut, (3) Mengkaji emisi yang dihasilkan dari proses pirolisis demi penanganan lingkungan.

Asap cair hasil pirolisis sangat dipengaruhi oleh variabel suhu dan waktu. Penelitian terdahulu melaporkan suhu dan waktu pirolisis mempengaruhi rendemen dan pH asap cair yang dihasilkan. Suhu pirolisis berpengaruh terhadap kualitas produk asap cair blending limbah biomassa cangkang sawit dengan batubara. Pirolisis limbah bambu juga dipengaruhi oleh suhu, dan pirolisis terjadi pada suhu 140-300°C selama 5 jam. Pirolisis pada tempurung kelapa dan sabut kelapa juga dipengaruhi oleh suhu, penelitian yang dilakukan pada suhu 300-500°C selama 5 jam menghasilkan komposisi kimia yang berbeda.

Tujuan kegiatan penelitian ini: (1) Mengkaji persepsi masyarakat terhadap permasalahan eceng gondok di Rawa Pening dan potensi eceng gondok sebagai bahan baku produk asap cair, (2) Optimasi proses pirolisis eceng gondok menjadi asap cair yang berkualitas sebagai pengawet belut (3) Mengevaluasi dampak lingkungan (*environmental impact*) proses pirolisis menggunakan *Life Cycle Assesment (LCA)*.

Metode penelitian untuk mengetahui persepsi masyarakat Rawaboni, Rawa Pening, tentang pirolisis eceng gondok menjadi asap cair menggunakan kuesioner dan wawancara. Wawancara dan kuesioner diberikan kepada 50 responden yang berkegiatan sehari-hari di Rawaboni, Rawa Pening. Responden berprofesi sebagai pemanen eceng gondok, nelayan, dan pemanen kompos.

Optimasi pembuatan asap cair dari eceng gondok serta pemanfaatannya menjadi pengawet untuk belut dirancang menggunakan CCD-RSM. Analisis penelitian dilakukan dengan bantuan Minitab 14. Analisis dilakukan terhadap volume, pH, densitas, indeks bias, total fenol, total asam, dan total karbonil terhadap perubahan suhu dan waktu pirolisis. Asap cair yang dihasilkan juga dimanfaatkan untuk mengawetkan belut. Uji kualitas belut dengan asap cair dari eceng gondok dengan TPC (*Total Plate Count*) dan TVB (*Total Volatile Bases*).

Evaluasi dampak lingkungan akibat pirolisis eceng gondok menjadi asap cair menggunakan software SimaPro V.9.0.0.49. faculty version dan menggunakan database dari Ecoinvent. Tahapan analisis dampak lingkungan: (1) Menentukan tujuan dan atasan penelitian, (2) Inventarisasi siklus hidup, (3) Memperkiraan dampak dan siklus hidup, (4) Interpretasi data yang merupakan langkah terakhir dari LCA, yaitu mengevaluasi inventaris siklus hidup, penilaian dampak atau keduanya. Dalam hal ini, kaitannya dengan ruang lingkup yang ditetapkan untuk memberikan rekomendasi.

Asap cair dari berbagai bahan alam telah diteliti, namun asap cair dari eceng gondok sebagai bahan baku dan dilanjutkan pemanfaatan asap cairnya untuk mengawetkan ikan belum dilakukan. Asap cair adalah hasil pirolisis kayu yang mengandung sejumlah besar senyawa setelah mengalami kondensasi. Penelitian mengenai pembuatan asap cair dari eceng gondok telah dilakukan, namun proses pirolisis dilakukan dengan reaktor yang berbeda. Perbedaan lain dengan penelitian sebelumnya adalah bahwa asap cair hasil pirolisis penelitian tersebut dikaji sebagai sumber energi. Peneliti tersebut adalah Kan *et al.* (2016), Zhang *et al.* (2018), Sarto *et al.* (2019), Venu *et al.* (2019), Bote *et al.* (2020), dan Yao *et al.* (2020).

Hasil dari penelitian mengenai persepsi masyarakat terhadap pirolisis eceng gondok menjadi asap cair berdasarkan uji statistik parsial tentang persepsi masyarakat terhadap pemanfaatan eceng gondok menjadi asap air, variabel ekonomi dan budaya sangat berpengaruh. Berdasarkan analisis uji simultan, nilai F hitung lebih besar dari F Tabel, maka variabel ekonomi, sosial, politik, teknik dan budaya secara bersama-sama berpengaruh terhadap persepsi masyarakat dengan nilai  $R^2$  54,4%.

Hasil penelitian pada tujuan kedua adalah kondisi optimum proses pirolisis adalah pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  dan waktu 4 jam dengan komposisi yang lengkap dan aman bagi pengawetan belut. Nilai TPC pada pengujian belut asap pada penelitian ini telah memenuhi syarat SNI. Berdasarkan persyaratan SNI-01-2717-1992 tentang baku mutu mikrobiologi ikan pindang, nilai TPC per gram maksimal adalah  $(400.000) 4.10^5$  Cfu/gr. Pengawetan belut menggunakan asap cair yang dilakukan pada penelitian ini melaporkan, nilai TPC dan TVB belut asap yang diteliti aman untuk dikonsumsi. Standar Nasional Indonesia 01-2729-2-2006, nilai TVB maksimum adalah 30 mgN/100g, sedangkan pada penelitian ini, nilai TVB berada pada kisaran 2,530-3,998. Angka ini menunjukkan bahwa pengawetan belut menggunakan asap cair dari eceng gondok memenuhi standar SNI 01-2729-2-2006.

Hasil penilaian dampak akibat proses pirolisis, disimpulkan bahwa asap yang dihasilkan dari proses pirolisis tidak memberikan dampak penting. Gas yang dihasilkan dari pirolisis berupa  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , dan lainnya berefek pada lingkungan (*climate change*) hanya sebesar 26,9 kg  $\text{CO}_2$  eq dan photochemical 0,554 kg NMVOC. Justru dampak yang paling penting adalah dari pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat.