

**DAMPAK LINGKUNGAN PEMANFAATAN *Chlorella sp.*
SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU BIODIESEL
DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT***



TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-2
Pada Program Studi Ilmu Lingkungan

Hany Trisnawati

21080111400037

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2014**

**DAMPAK LINGKUNGAN PEMANFAATAN *Chlorella sp.* SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU BIODIESEL DENGAN
PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT***



TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-2
Pada Program Studi Ilmu Lingkungan

Hany Trisnawati

21080111400037

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

**DAMPAK LINGKUNGAN PEMANFAATAN *Chlorella sp.* SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU BIODIESEL DENGAN
PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT***

Oleh:

Hany Trisnawati
21080111400037

Menyetujui,

Pembimbing

Ir. Didi Dwi Anggoro, MEng, PhD
NIP. 19671114 199303 1 001

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Prof. Dr. dr. Anies, MKes, PKK
NIP. 19540722 198501 1 001

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 19611228 198603 1 004

**DAMPAK LINGKUNGAN PEMANFAATAN *Chlorella sp.*
SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU BIODIESEL
DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT***

Oleh:

Hany Trisnawati
21080111400037

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 30 Juni 2014, oleh
tim Penguji Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana,
Universitas Diponegoro.

Ketua:

Tanda Tangan

Ir. Didi Dwi Anggoro, MEng, PhD

.....

Anggota:

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA

.....

Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.AppSc

.....

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang saya susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dari Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, 30 Juni 2014

Hany Trisnawati
21080111400037

RIWAYAT HIDUP



Hany Trisnawati lahir di Cirebon, Jawa Barat pada tanggal 10 Januari 1988, yang merupakan anak ke-3 dari empat bersaudara, putri dari Bapak Bambang Setiadi dan Ibu Sri Retno Endang. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Guntur, Kota Cirebon pada tahun 1999 yang kemudian dilanjutkan ke jenjang pendidikan menengah pertama yakni SMP Negeri 5 Kota Cirebon dan selesai pada tahun 2002. Pendidikan menengah atas ditempuh hingga tahun 2005 di SMA Negeri 3 Kota Cirebon dengan konsentrasi IPA. Kemudian, Pendidikan S1 ditempuh di Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro (2011) dan bergelar akademis Sarjana Teknik (ST). Setelah usai menempuh pendidikan S1, penulis sempat bekerja sebagai Konsultan Individual Program USRI dan *Supporting Staff* untuk Program Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat di bawah Naungan Satuan Kerja Pengembangan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Jawa Tengah (Satker PPLP Jateng). Pada akhir tahun 2011, penulis berkesempatan mengikuti Program Beasiswa Unggulan BPKLN Kementerian Pendidikan Nasional dengan memilih Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

Semarang, 30 Juni 2014

KATA PENGANTAR

Dengan segenap rasa syukur dan mengucapkan *Alhamdulillah*, atas segala limpahan rahmat dan hidayah, nikmat, waktu serta ilmu yang diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Tesis dengan judul **”Kajian Lingkungan Pemanfaatan Mikroalga sebagai Alternatif Bahan Baku Biodiesel menggunakan Pendekatan *Life Cycle Assessment*”**, guna melengkapi persyaratan yang harus dipenuhi untuk mencapai derajat S-2 pada Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Bimbingan dan arahan hingga terselesaikannya penulisan Tesis ini berkat kesabaran dan keikhlasan dari Bapak **Ir. Didi Dwi Anggoro, MEng, PhD** dan Bapak **Hadiyanto, ST, MSc, PhD** selaku Pembimbing. Oleh karenanya, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kepada keduanya. Peran serta dan dukungan dari berbagai pihak baik dalam bentuk materi, ide, saran dan motivasi pun sangat membantu dalam penyelesaian Tesis ini. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA selaku Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, dan Dosen Penguji atas jasanya dalam peningkatan kapasitas dan kapabelitas mahasiswa serta pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Dr. Hartutri Purnaweni, MPA selaku Sekretaris Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, atas ilmu dan kesabarannya membimbing kami.
3. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.AppSc, Sebagai Dosen Penguji atas masukan dan sarannya untuk perbaikan Tesis saya.
4. Segenap Staf Pengajar dan Pengelola Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
5. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa MIL Angkatan 33 dan Mahasiswa Program MIL dan DIL lainnya dalam kebersamaannya.

6. Keluarga Besar Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Staf Pengajar dan teman-teman mahasiswa, terutama TL angkatan '05 atas segala doa dan dukungannya.

Dalam kesempatan ini penulis juga berterima kasih Kepada Keluarga tercinta di Cirebon terutama Bapak dan Ibu yang tiada hentinya mencurahkan segala kasih sayangnya, kepada Adik tersayang Imam Setiawan yang tidak bosannya mendengarkan cerita dan keluh kesah penulis dan tak lupa *Barikade Compongers* yang telah bersama-sama mengarungi petualangan semasa menempuh pendidikan Magister Ilmu Lingkungan, *you're the best and weirdest ever fellas yet unforgettable... beyond compare...* Dan tidak lupa, untuk teman istimewa yang selalu berkenan menjawab segala pertanyaan dan memberi masukan berharga. Pak Main, Marcel, Mew dan *the guardian...* terima kasih atas segala ide, waktu dan kesabaran yang telah diberikan.

Terima kasih disampaikan kepada Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri (BPKLN) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas Kesempatan Beasiswa Unggulan yang telah diberikan sehingga Penulis berkesempatan melanjutkan studi di Program Magister Ilmu Lingkungan.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT, dan Tesis ini memiliki ketidaksempurnaan karena keterbatasan pengetahuan penulis, kritik dan saran sangatlah diharapkan. Penulis berserah diri kepada Allah SWT, semoga segala sesuatunya yang telah diberikan oleh semua pihak dibalas oleh Allah dengan segala kemudahan, rejeki, kesehatan serta kebahagiaan, Aamiin.

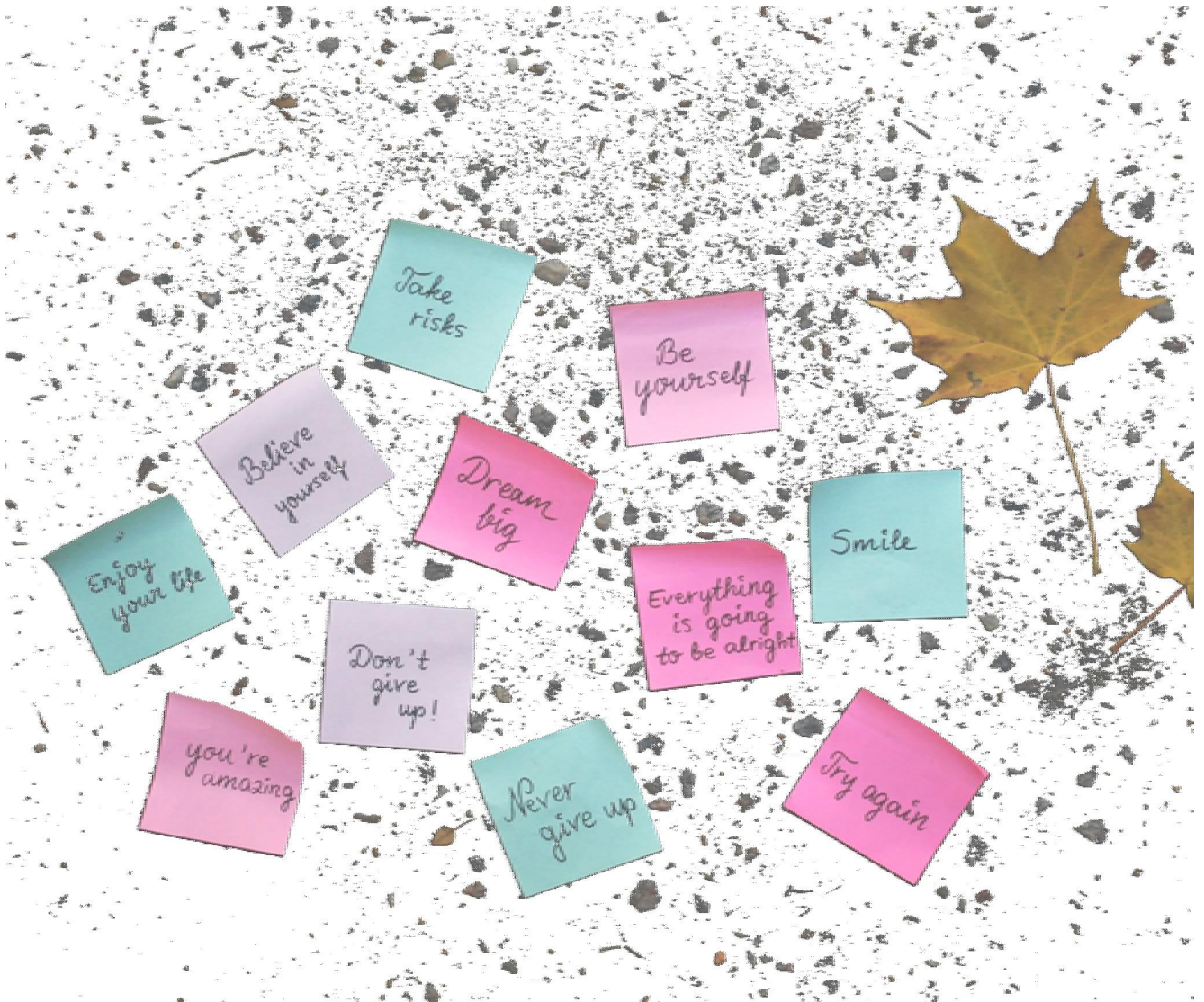
Semarang, Juni 2014

Penulis,

Hany Trisnawati

21080111400037

When you feel like quitting, just think twice why you started
Remember.... Miracles do happens and always give thanks to
Allah for every second you breathe...



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Keaslian Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Ketersediaan dan Keterbatasan Energi Dunia & Nasional	11
2.1.1 Alternatif Penyelesaian Kelangkaan Energi.....	12
2.1.2 Faktor Kunci/Pendorong Pengembangan Bioenergi.....	13
2.2 Biodiesel	14
2.2.1 Potensi Bahan Baku Biodiesel.....	15
2.2.2 Sifat dan Karakteristik Biodiesel	18
2.2.3 Teknologi Proses Produksi Biodiesel	20
2.2.4 Spesifikasi Standar Kualitas Biodiesel	21
2.3 Mikroalga sebagai Bahan Baku Biodiesel.	23

2.3.1 Peluang dan Tantangan Biodiesel dari Mikroalga.....	24
2.3.2 Isolasi, Penapisan dan Pemilihan Jenis Mikroalga	26
2.3.3 Bioteknologi Biodiesel Mikroalga.....	30
2.3.4 Kultivasi Mikroalga	31
2.3.5 Pemanenan Biomassa Mikroalga.....	35
2.3.6 Ekstraksi Lipid dan Produk Mikroalga	37
2.3.7 Konversi Biodiesel Mikroalga.....	39
2.4 Life Cycle Assessment (Kajian Daur Hidup)	41
2.4.1 Tahapan Utama Life Cycle Assessment	43
2.4.2 Aplikasi Penggunaan Life Cycle Assessment	53
2.4.3 Perangkat Lunak Pendukung <i>Life Cycle Assessment</i>	57

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi dan Batasan Penelitian	61
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	62
3.3 Jenis Data Penelitian.....	63
3.4 Penilaian Daur Hidup (LCA”cradle to gate”)	63
3.4.1 Goal & Scope Definition	64
3.4.2 Life Cycle Inventory (LCI)	67
3.4.3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA).....	69
3.4.4 Interpretation	70
3.4.5 Sensitivity Analysis	71
3.5 Analisis Data	71
3.6 Diagram Alir Penelitian	72

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 LCA “cradle to gate” Produksi Biodiesel Mikroalga.....	73
4.1.1 Goal & Scope Definition.....	75
4.1.2 Life Cycle Inventory	76
4.1.3 Life Cycle Impact Assessment	92
4.1.4 Interpretation	109

4.2 Rekomendasi Perbaikan.....	115
--------------------------------	-----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	117
----------------------	-----

5.2 Saran	118
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Hasil Penelitian terkait dengan Kajian Daur Hidup Proses Produksi Biodiesel dengan Pemanfaatan Mikroalga sebagai Bahan Baku	7
Tabel 2.1	Indikator Energi Dunia pada Tahun 2008	11
Tabel 2.2	Daftar 10 Besar Negara Potensi Biodiesel	15
Tabel 2.3	Estimasi Kandungan dan Hasil Minyak Bahan Baku Biodiesel	17
Tabel 2.4	Properti Teknis Biodiesel	18
Tabel 2.5	Kelebihan dan Kekurangan Biodiesel	19
Tabel 2.6	Perbandingan Teknologi Proses Produksi Biodiesel	20
Tabel 2.7	Persyaratan Mutu Biodiesel SNI 04-7182-2006	22
Tabel 2.8	Perbandingan Produksi Biodiesel Alga dengan Tanaman Penghasil Minyak Lainnya	24
Tabel 2.9	Analisis SWOT Mikroalga dalam Produksi Biodiesel	26
Tabel 2.10	Kandungan Minyak Mikroalga tanpa dan dengan Pengkondisian	27
Tabel 2.11	Aspek Bioteknologi Biodiesel Mikroalga	31
Tabel 2.12	Pengaruh Pengkondisian pada Kultivasi Mikroalga	32
Tabel 2.13	Alternatif Sistem dalam Kultivasi Mikroalga	34
Tabel 2.14	Teknik Pemanenan Biomassa Mikroalga	36
Tabel 2.15	Perbedaan Perangkat terkait Kajian Aspek Lingkungan	42
Tabel 2.16	Komponen dalam <i>Goal & Scope Definition</i>	45
Tabel 2.17	Komponen dalam <i>Life Cycle Inventory Analysis</i>	47
Tabel 2.18	Komponen dalam <i>Life Cycle Impact Assessment</i>	49
Tabel 2.19	Komponen dalam <i>Life Cycle Interpretation</i>	52
Tabel 2.20	Perbandingan Perangkat Lunak Pendukung LCA	58
Tabel 3.1	Kategori Dampak Lingkungan dalam LCA	69

Tabel 4.1	Asumsi dalam LCA “ <i>cradle to gate</i> ” Produksi Biodiesel Mikroalga	75
Tabel 4.2	Kebutuhan Nutrien Mikroalga.....	80
Tabel 4.3	Kebutuhan Energi berdasarkan Metode Kultivasi Mikroalga.....	81
Tabel 4.4	Kebutuhan Materi dan Energi Tahap Pemanenan (Pengendapan + Sentrifugasi) Biomassa Mikroalga	83
Tabel 4.5	Kebutuhan Materi dan Energi Tahap Ekstraksi dengan Pengeringan dan Solven Heksan.....	85
Tabel 4.6	Kebutuhan Materi dan Energi Tahap Ekstraksi dengan Metode WLEP.....	87
Tabel 4.7	Kebutuhan Materi dan Energi Tahap Transesterifikasi Katalis Basa Produksi Biodiesel Mikroalga	89
Tabel 4.8	Inventarisasi Data dari Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga.....	90
Tabel 4.9	Hasil Kajian Dampak Lingkungan Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga berdasarkan Alternatif Skenario	94
Tabel 4.10	Hasil Kajian Dampak Lingkungan Tiap Tahapan Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga (CML 2000)	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Spesies Mikroalga Komersial	28
Gambar 2.2	Potensi Indonesia dalam Pengembangan Mikroalga	29
Gambar 2.3	Bioteknologi Biodiesel Mikroalga.....	30
Gambar 2.4	Strategi Konversi Biomassa Mikroalga	39
Gambar 2.5	Tahapan Utama dalam <i>Life Cycle Assessment</i>	44
Gambar 2.6	Diagram Alir Hubungan Kategori Dampak Lingkungan.....	50
Gambar 2.7	Proses dalam Pemenuhan Tujuan dan Lingkup Kajian	51
Gambar 3.1	Diagram Alir Penyusunan <i>Life Cycle Assessment</i>	64
Gambar 3.2	Alternatif Skenario dalam Kajian Lingkungan LCA “ <i>cradle to gate</i> ” Produksi Biodiesel Mikroalga	65
Gambar 3.3	Batasan Sistem dalam Kajian Lingkungan LCA “ <i>cradle to gate</i> ” Produksi Biodiesel Mikroalga	66
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian	72
Gambar 4.1	Diagram Proses Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga.....	77
Gambar 4.2	Proses Produksi Biodiesel Mikroalga	78
Gambar 4.3	Kajian Dampak Lingkungan antar Skenario (TRACI 2)	95
Gambar 4.4	<i>Life Cycle Assessment</i> pada Dampak Pemanasan Global Produksi Biodiesel Mikroalga (TRACI 2)	96
Gambar 4.5	Kajian Dampak Lingkungan antar Skenario (Eco-indicator 99).....	98
Gambar 4.6	Kajian Dampak Lingkungan antar Skenario (CML 2000).....	99
Gambar 4.7	Kajian Dampak Lingkungan antar Tahap Skenario 1 (CML 2000) ..	101
Gambar 4.8	Kajian Dampak Lingkungan pada Dampak Pemanasan Global antar Tahap Skenario 1 (CML 2000)	102
Gambar 4.9	Kajian Dampak Lingkungan antar Tahap Skenario 2 (CML 2000) ..	103
Gambar 4.10	Kajian Dampak Lingkungan pada Dampak Pemanasan Global antar Tahap Skenario 2 (CML 2000)	104

Gambar 4.11 Kajian Dampak Lingkungan antar Tahap Skenario 3 (CML 2000) ..	105
Gambar 4.12 Kajian Dampak Lingkungan pada Dampak Pemanasan Global antar Tahap Skenario 3 (CML 2000)	106
Gambar 4.13 Kajian Dampak Lingkungan antar Tahap Skenario 4 (CML 2000) ..	107
Gambar 4.15 Kajian Dampak Lingkungan pada Dampak Pemanasan Global antar Tahap Skenario 4 (CML 2000)	108

ABSTRAK

Energi dependensi minyak bumi tidak seiring dengan ketersediaan sumber dayanya, belum lagi melambungnya harga dasar minyak mentah serta tingginya tingkat pencemaran menjadi alasan pendorong dalam pengembangan alternatif solusi yakni bioenergi. Dalam agenda riset nasional, dinyatakan bahwa permasalahan energi nasional jangka panjang menyangkut hal yang berkaitan dengan ketahanan ketersediaan dan keberlanjutan penyediaan energi, dapat mendukung pembangunan dan kebutuhan seluruh rakyat Indonesia dalam jangka waktu yang panjang. Prioritas di bidang energi adalah dengan pencapaian ketahanan energi nasional yang menjamin kelangsungan pertumbuhan nasional melalui restrukturisasi kelembagaan dan optimasi pemanfaatan energi alternatif seluas-luasnya. Pemanfaatan mikroalga sebagai bahan baku produksi biodiesel memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan tanaman penghasil minyak lainnya. Namun dalam mengatasi kelangkaan energi dan mewujudkan ketahanan energi dengan memanfaatkan energi biomassa yang berasal dari mikroalga masih perlu dikaji lebih mendalam mengenai dampak aspek lingkungannya terkait proses produksi biodiesel dari mikroalga bersamaan dengan pengembangan proses serta keseluruhan sistem perenkayasaan teknologi guna memastikan kelayakan teknis demi keberlanjutan sumber daya energi biomassa tsb.

Lingkup dari penelitian ini adalah kajian daur hidup "*cradle to gate*". Perhitungan seluruh kebutuhan material dan energi yang diperlukan pada proses produksi biodiesel mikroalga dikonversi untuk menghasilkan 1 kg biodiesel mikroalga. Dampak lingkungan yang dikaji terkait produksi biodiesel mikroalga adalah *global warming potential*, *eutrophication*, dan *acidification* dengan metode penilaian dampak yang digunakan yakni *TRACI2*, *Eco-indicator 99 (I)* dan *CML Baseline 2000* yang masing-masingnya memiliki fokus serta kategori dampak berbeda sehingga memberikan interpretasi hasil berbeda pula. Dari hasil penelitian keempat alternatif skenario yang dilakukan yakni Skenario 1 (*PBR+dry*), Skenario 2 (*PBR+wet*), Skenario 3 (*OP+dry*) dan Skenario 4 (*OP+wet*), skenario dengan kontribusi nilai tertinggi terhadap dampak lingkungan yang dikaji adalah Skenario 2 dengan nilai kontribusi dampak pemanasan global sebesar 100,933 kg CO₂ ekuivalen, dampak asidifikasi sebesar 0,66 kg SO₂ ekuivalen, dan dampak eutrofikasi sebesar 0,05 kg PO₄³⁻ ekuivalen dan yang memiliki nilai dampak rendah adalah Skenario 3 dengan nilai dampak pemanasan global sebesar 41,078 kg CO₂ ekuivalen, dampak asidifikasi sebesar 0,260 kg SO₂ ekuivalen dan dampak eutrofikasi sebesar 0,026 kg PO₄³⁻ ekuivalen.

Rekomendasi terkait hasil LCA "*cradle to gate*" aspek lingkungan guna melakukan upaya minimasi dampak akibat proses produksi biodiesel mikroalga yakni dengan melakukan efisiensi energi dan penggunaan minimal pupuk dalam produksi biodiesel tentunya berpotensi dalam pengurangan dampak lingkungan, pengembangan teknologi dan perenkayasaan sistem. Memasangkan fasilitas kultivasi mikroalga dengan sumber nutrisi yang dibutuhkan mikroalga seperti yang berasal dari air limbah merupakan suatu potensi yang dapat dilakukan selain menyisihkan pencemar dalam air limbah, manfaat lainnya seperti pemenuhan nutrisi untuk mikroalga pun dapat tercukupi. Sistem terbuka merupakan metode paling layak untuk mengkultivasi biomassa dalam jumlah besar karena modal biaya sedikit, perawatan sederhana dan proses operasi mudah. Kombinasi dari beberapa metode merupakan pilihan efektif guna mengurangi penggunaan energi dan biaya dalam pemanenan biomassa alga.

**Kata kunci: Dampak Lingkungan, Biodiesel Mikroalga, Life Cycle Assessment
"cradle to gate"**

ABSTRACT

Dependency of fossil energy is not in line with the availability of its resources, not to mention the soaring base price of crude oil and the high levels of pollution driving into the reasons of bioenergy alternative solutions development. In a national research agenda, stated that the long-term national energy problems concerning matters relating to the resilience and sustainability of energy supply availability, can support the development and needs of the people of Indonesia in the long term. Priorities in the field of energy are the achievement of national energy security that ensures continued growth through institutional restructuring and optimizing the utilization of alternative energy as possible. Microalgae utilization as a raw material for biodiesel production has several advantages compared with other oilseeds. To be dealing with energy scarcity and energy security by utilizing energy derived from microalgae biomass yet still needs to be more in depth evaluated of the environmental impact aspects concerned to the biodiesel production process from microalgae in conjunction with the development process as well as the overall system engineering technologies to ensure the technical feasibility for the sustainability of the biomass energy resources.

The scope of this research is "cradle to gate" life cycle assessment. Calculation of all material and energy requirements needed to convert microalgae biodiesel production process to produce 1 kg of microalgae biodiesel. Assessed the environmental impacts of microalgae biodiesel production is associated with global warming potential, eutrophication, and acidification with the impact assessment methods used are TRACI2, Eco-indicator 99 (I) and the CML baseline 2000, each with a different focus and impact categories that provide interpretation of different results as well. From the research carried out four alternative scenarios i.e. Scenario 1 (PBR + dry), Scenario 2 (PBR + wet), Scenario 3 (OP + dry) and Scenario 4 (OP + wet), the scenario with the highest value contribution to the environmental impact is scenario 2 assessed by the value of the contribution to global warming impact, acidification, and eutrophication of 100.933 kg of CO₂ equivalent, 0.66 kg of SO₂ equivalent, and 0.05 kg PO₄³⁻ equivalent, respectively. Whereas the Scenario that has a low impact value is Scenario 3 with the impact of global warming of 41.078 kg CO₂ equivalent, the impact of acidification of 0.260 kg SO₂ equivalent and the impact of eutrophication of 0.026 kg PO₄³⁻ equivalent.

Recommendations related to the environmental aspects of "cradle to gate" LCA results to make efforts in order to minimize the impact of the microalgae biodiesel production process are by improving the energy efficiency and minimal use of fertilizers in its biodiesel production which certainly potential in the reduction of environmental impact, technology development and system engineering. Pairing the cultivation of microalgae facility with sources of required nutrients derived from microalgae such as waste water is a potential that can be done other than designated pollutants in wastewater, other benefits such as the fulfillment of nutrients for microalgae can be fulfilled. An open system is the most viable method for cultivating biomass in large quantities because of the capital cost of a little, simple maintenance and easy operation process. A combination of several methods is an effective option to reduce energy use and costs in the harvesting of algal biomass.

Keywords: Environmental Impact, Microalgae Biodiesel, “Cradle to gate” Life Cycle Assessment