

Kode>Nama Rumpun Ilmu:433 / Teknik Kimia

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



JUDUL PENELITIAN

**STUDI TERMODINAMIKA DAN PEMILIHAN
PELARUT UNTUK EKSTRAKSI LIPID DARI
MIKROALGA DENGAN KAVITASI
HIDRODINAMIKA**

TIM PENGUSUL

Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T. (60970162)
Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. (60960133)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN**

Oktober 2019

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPAORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

Judul Kegiatan : Studi Termodinamika Dan Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Lipid Dari Mikroalga Dengan Kavitas Hidrodinamika
Kode>Nama RumpunIlmu : 433/Teknik Kimia
Butir RIP : 2
TSE Penelitian : Renewable energy (06.02)
Tahapan Penelitian : Riset Dasar/~~Riset Terapan~~/~~Riset Pengembangan~~ (pilih salah satu)
TKT : 1 / 2 (3) 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 (lingkari salah satu)

Ketua Peneliti :

- a. Nama Lengkap : Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T.
- b. NIY/NIP/NIDN : 60970162 / 0517037202
- c. Fakultas/Program Studi : FTI / Teknik Kimia
- d. Pendidikan Terakhir : ~~S2~~ / S3 Jabatan Akademik : ~~AA/L/LK/GB~~
- e. Nomor HP / Alamat email: 087838426660 / martomo@che.uad.ac.id

Anggota Peneliti 1

- a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.
- b. Fakultas/Program Studi : FTI / Teknik Kimia
- c. Nomor HP / Alamat email: 081933096313 / sitijamilatun@che.uad.ac.id

Anggota Peneliti 2

- a. Nama Lengkap : -
- b. Fakultas/Program Studi : -
- c. Nomor HP / Alamat email: - / -

Lokasi Penelitian : Laboratorium Material dan Energi Teknik Kimia UAD

Lama Penelitian Keseluruhan: 6 bulan

Biaya Penelitian : Rp. 11.000.000

- Diusulkan ke UAD : Rp. 11.000.000

- Dana sumber lain : Rp. -

Yogyakarta, 6 Nopember 2019

Ketua Peneliti,

Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T.
NIY : 60970162



Sunardi, S.T., M.T., Ph.D..
NIY : 60010313

Menyetujui
Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat



Dr. Widodo, M.Si
NIP. 19600221 198709 1 001

SURAT PERNYATAAN

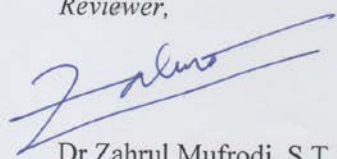
Dengan surat ini kami menyatakan bahwa penelitian :

1. Judul penelitian : Studi Termodinamika Dan Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Lipid Dari Mikroalga Dengan Kavitas Hidrodinamika
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Pangkat dan Golongan : Penata Tk I / III d
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Fakultas/Jurusan : Teknologi Industri / Teknik Kimia
 - f. Alamat : Dabag 45 B RT 04 RW 27 Condongcatur Depok
 - g. Nomor Telepon/HP : 0811267050 / 087838426660
 - h. E-mail : martomo@che.uad.ac.id
3. Jumlah Anggota Peneliti : 1 Orang
 - a. Nama Anggota Peneliti 1 : Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.
 - b. Nama Anggota Peneliti 2 : -
4. Lama Penelitian : 6 bulan
5. Biaya yang diperlukan :
 - a. Sumber UAD : Rp 11.000.000
 - b. Sumber Lain : -
 - Jumlah : Rp 11.000.000

Telah direvisi sesuai dengan masukan dan petunjuk yang disampaikan *reviewer*.

Mengetahui :

Reviewer,



Dr Zahrul Mufrodi, S.T., M.T.
NIY : 60010305

Yogyakarta, 29 Oktober 2019

Peneliti,



Dr. Martomo Setyawan, S.T., M.T.
NIY : 60970162

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena limpahan rahmatnya penelitian dengan judul **Studi Termodinamika Dan Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Lipid Dari Mikroalga Dengan Kavitas Hidrodinamika** dapat dilaksanakan. Penelitian ini merupakan penelitian hibah bersaing yang dibiayai dari dana penelitian Universitas Ahmad Dahlan.

Dengan berjalannya penelitian dan laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor UAD yang telah memfasilitasi penelitian ini.
2. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UAD yang telah membantu dan memfasilitasi penelitian ini.
3. Dekan Fakultas Teknologi Industri UAD yang telah menyetujui Laporan Penelitian ini.
4. Bapak Ibu Dosen Teknik Kimia UAD yang telah bersedia menjadi mitra diskusi.
5. Pihak-pihak yang telah membantu dan tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu berbagai masukan dari berbagai pihak untuk kesempurnaan penelitian ini kedepan sangat penulis harapkan.

Yogyakarta, 5 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR HALAMAN

HALAMAN PENGESAHAN	II
SURAT PERNYATAAN REVISI	III
KATA PENGANTAR	IV
DAFTAR HALAMAN	V
DAFTAR LAMPIRAN	VI
DAFTAR GAMBAR	VI
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	VIII
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan masalah	2
C. Tujuan penelitian.....	2
D. Kontribusi Penelitian.....	2
E. Luaran Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Mikroalga	3
B. Pengambilan Lipid	4
C. Perlakuan Mekanis Kavitasi.....	4
D. Proses Lipid Menjadi Biodiesel	5
E. Pengaruh pemilihan solvent	5
BAB III. METODE PENELITIAN	6
A. Desain Penelitian.....	6
B. Bahan dan peralatan	6
1. Bahan	6
2. Alat-alat	7
C. Cara Kerja	8
1. Karakterisasi pelarut dan campuran pelarut	8
2. Percobaan ekstraksi kavitasi hidrodinamik	8
D. Analisis.....	10
1. Bahan baku	10
2. Produk	11
E. Perhitungan	11
F. Luaran Penelitian	11
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
A. Karakterisasi kandungan lipid.....	12
B. Pengaruh perbandingan campuran pelarut metanol heksana	12
C. Perbandingan pelarut biodiesel methanol dan heksan metanol.....	13
BAB V. KESIMPULAN	16
DAFTAR PUSTAKA	17

DAFTAR LAMPIRAN

Kontrak Penelitian
Personalia penelitian
Profil Penelitian
Borang Capaian Luaran
Lampiran Bukti
Daftar hadir kolokium

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Road Map Penelitian	.....	6
Gambar 3.2. Rangkaian alat percobaan	.....	7
Gambar 3.3. Bentuk venturi yang digunakan	.....	8
Gambar 3.4. Skema ekstraksi kavitas hidrodinamik	.....	9
Gambar 3.5. Skema proses pengambilan lipid hasil ekstraksi	.....	10
Gambar 4.1. Perbandingan <i>yield</i> ekstraksi antara penggunaan pelarut campuran metanol heksana (pelarut A) dan metanol biodiesel (pelarut B)		.14
Gambar 4.2. Perbandingan kebutuhan energi ekstraksi antara penggunaan campuran pelarut metanol heksan (pelarut A) dan metanol biodiesel (pelarut B)		.... 14

ABSTRAK

Pembuatan biodiesel dari mikroalga merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah energi masa depan karena pertumbuhan mikroalga dapat dilakukan pada daerah yang tidak produktif sehingga tidak mengancam daerah produktif untuk pertanian. Mikroalga adalah alga dengan ukuran yang kecil yang umumnya terdiri dari satu sel, salah satu senyawa yang terkandung dalam mikroalga adalah lipid yang dapat diolah menjadi biodiesel dengan reaksi transesterifikasi. Permasalahan ekstraksi lipid dari mikroalga adalah energi ekstraksi yang cukup besar sehingga perlu diteliti cara ekstraksi yang rendah energi.

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi dengan bantuan mekanis untuk pemecahan sel secara kavitas hidrodinamika. Peningkatan efisiensi energi pada kavitas hidrodinamika dilakukan dengan pemilihan solvent yang tepat yang memiliki titik didih yang tinggi. Solvent yang digunakan berupa campuran metanol dan heksana dengan berbagai perbandingan, dan campuran metanol biodiesel.

Hasil penelitian menunjukkan kadar lipid total mikroalga *Nannochloropsis* sp sebesar 14,48%. Penggunaan campuran 95 ml heksana dan 41 ml metanol memberikan *yield* terbanyak yaitu 4,7%. Sedangkan penggunaan campuran pelarut metanol heksana memberikan *yield* yang lebih baik dibandingkan pelarut campuran biodiesel metanol. Komponen yang terekstrak oleh pelarut metanol heksana didominasi oleh asam eicosanoat (C20) sedangkan dengan pelarut metanol biodiesel didominasi asam heptadecanoat (C17).

Kata kunci : Ekstraksi lipid mikroalga, Biodiesel, Pelarut campuran, Kavitas hidrodinamika

ABSTRACT

Biodiesel production from microalgae is an alternative solution for future energy problems because the growth of microalgae can be done in unproductive areas so that it does not threaten productive areas for agriculture. Microalgae is algae with a small size which generally consists of one cell. One of the compounds that contained in microalgae is a lipid. It can be processed into biodiesel by transesterification reaction. The problem of lipid extraction from microalgae is that the extraction energy is large enough that it needs to be investigated to find the low energy extraction.

In this study, extraction was done with mechanical assistance for cell disruption by hydrodynamic cavitation. Increasing energy efficiency of the hydrodynamic cavitation is done by selecting the right solvent which has a high boiling point. The solvent used is a mixture of methanol and hexane with various comparisons, and a mixture of methanol biodiesel.

The results showed the total lipid contents of *Nannochloropsis* sp microalgae was 14.48%. The use of a mixture of 95 ml hexane and 41 ml methanol gives the highest yield that is 4,7%. Whereas the use of hexane methanol mixture gives better yield compared to biodiesel methanol mixture. The components that extracted by hexane methanol solvent were dominated by eicosanoic acid (C20) whereas biodiesel methanol was dominated by heptadecanoic acid (C17).

Keywords: Microalgae lipid extraction, Biodiesel, Mixed solvents, Hydrodynamic cavitation

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan taraf ekonomi masyarakat mendorong kenaikan kebutuhan energi dalam sektor industri, transportasi dan rumah tangga. Peningkatan kebutuhan ini akan menimbulkan permasalahan pemenuhannya dan efek rumah kaca dari emisi gas CO₂. Sebagai catatan kebutuhan energi dunia saat ini masih dipenuhi dari sumber minyak bumi. Pertumbuhan kebutuhan energi ini bertolak belakang dengan keberadaan sumber energi minyak bumi yang semakin menipis karena bersifat tidak terbarukan. Di Indonesia, mulai tahun 2004 kebutuhan minyak bumi telah melebihi produksi yang ada, sehingga Indonesia telah berganti menjadi negara net importir minyak bumi. Ketersediaan sumber minyak bumi semakin lama semakin menurun. Total cadangan minyak bumi Indonesia sebesar 7,73 milyar barel pada tahun 2011, dan menurun menjadi 7,38 milyar barel pada tahun 2014 (www.esdm.go.id, 2017).

Pengembangan sumber energi alternatif terbarukan merupakan salah satu pemecahan masalah diatas. Pengembangan energi dengan sumber minyak nabati akan menimbulkan permasalahan baru yaitu persaingan dengan kebutuhan makanan dan lahan untuk pertanian. Minyak sawit saat ini merupakan sumber biodiesel yang utama, disisi lain minyak sawit juga menjadi kebutuhan manusia untuk minyak goreng. Penanaman tumbuhan sumber minyak nabati juga akan menggeser lahan untuk pertanian. Salah satu alternatif sumber minyak nabati yang tidak mengganggu sumber kebutuhan makanan adalah mikroalga. Mikroalga adalah alga satu sel yang dapat tumbuh ditempat-tempat tidak produktif dan dapat pula dikembangbiakkan dalam bioreaktor dengan kecepatan pertumbuhan dalam hitungan jam (Suganya *et al.*, 2016).

Mikroalga adalah alga satu sel yang mengandung lipid, yaitu senyawa yang dapat diubah dengan reaksi transesterifikasi menjadi biodiesel. Permasalahan pengembangan sumber energi dari mikroalga adalah masalah bagaimana mengambil lipid dari badan mikroalga. Metode ekstraksi lipid dengan bantuan

kavitasi hidrodinamika telah dicoba beberapa peneliti. Metode ini memberikan efisiensi yang tinggi dibandingkan metode lainnya untuk sejumlah energi input yang sama (Lee *et al.*, 2015; Lee and Han, 2015; Setyawan *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis pelarut efisiensi ekstraksi.

B. Perumusan masalah

Ekstraksi lipid dengan kavitasi hidrodinamika memberikan efisiensi yang tinggi dibandingkan metode ekstraksi yang lain dengan energi input yang sama. Untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi perlu dipelajari jenis pelarut dan suhu operasi ekstraksi yang optimal.

C. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Mempelajari peningkatan efisiensi ekstraksi dengan mencari pengaruh jenis pelarut dalam proses ekstraksi.
2. Membuat model matematika ekstraksi lipid dengan kavitasi hidrodinamika
3. Mengevaluasi nilai koefisien transfer massa volumetris.

D. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini sangat bermanfaat karena dapat menjadi solusi permasalahan energi masa depan khususnya pembuatan biodiesel dengan bahan bakar mikroalga, solusi ini merupakan solusi yang baik karena tidak menimbulkan konflik dengan persediaan lahan dan pangan bagi manusia.

E. Luaran Penelitian

Hasil dari penelitian ini direncanakan dikirim ke jurnal internasional *Journal of Chemical Engineering of Japan* terindeks Scopus Q3.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikroalga

Mikroalga merupakan alga dengan sel tunggal yang mengandung lipid yang dapat diolah menjadi biodiesel dengan reaksi tranesterifikasi (Hu *et al.*, 2014). Mikroalga dapat dikembangkan bersamaan dengan pengolahan limbah (Maity *et al.*, 2014). Mikroalga dapat berupa organisme *prokaryotic* (*Cyanophyceae*) or *eukaryotic* (*Chlorophyta*) yang dapat tumbuh pada berbagai kondisi suhu dingin maupun panas dan lingkungan air bersih, air limbah, air laut. Ukuran mikroalga ada yang berdimensi micron sampai millimeter dan ada sekitar 200.000 -800.000 spesies. Mikroalga dapat berkembang biak dengan cepat dalam berbagai kondisi diatas (Suganya *et al.*, 2016).

Biofuel dengan sumber bahan alam yang terbarukan termasuk didalamnya berasal dari mikroalga, mikroalga dapat tumbuh pada daerah yang ada sinar matahari, air, oksigen dan karbondioksida. Pengembangan mikroalga selain sebagai sumber bahan bakar terbarukan, dapat juga mencegah terjadinya efek rumah kaca (Campbell *et al.*, 2011).

Sumber biodiesel yang berasal dari mikroalga sangat menjanjikan untuk dikembangkan karena dapat mengurangi kebutuhan lahan untuk budidaya mikroalga, sehingga lahan yang ada dapat dimaksimalkan untuk pemenuhan kebutuhan pangan manusia, mikroalga selain menghasilkan bahan biodiesel berupa lipid juga menghasilkan sejumlah biomassa (Yen *et al.*, 2013). Produktivitas biodiesel dengan mikroalga dibandingkan lahan yang dibutuhkan (liter/hektar) memiliki prosentase paling tinggi dibandingkan dengan sumber yang lain yaitu 91% bandingkan dengan tanaman kelapa 1,5% minyak sawit 3% (Maity *et al.*, 2014)

Berbagai macam biofuel seperti biodiesel, biohydrogen, bioethanol dapat dihasilkan dari jenis mikroalga yang berbeda-beda, mikroalga hijau (*green algae*) dapat menghasilkan biodiesel yang lebih banyak dibandingkan jenis mikroalga yang lain (Maity *et al.*, 2014).

B. Pengambilan Lipid

Efisiensi proses ekstraksi lipid dari mikroalga kering maupun mikroalga basah merupakan langkah yang sangat penting untuk diteliti untuk mendapatkan *yield* lipid yang maksimum (Yao *et al.*, 2012). Berbagai macam cara sudah dilakukan untuk mengambil lipid dari mikroalga, sebagian besar pengambilan lipid digunakan ekstraksi dengan pelarut seperti ekstraksi dengan soxlet dan pelarut heksan (Halim *et al.*, 2012). Metode Bligh and Dyer dengan campuran pelarut methanol dan kloroform (Martinez-Guerra *et al.*, 2014). Ekstraksi superkritik dengan CO₂ telah dilakukan oleh Sovová pada tahun 2005.

Beberapa penelitian untuk dapat mengambil lipid dari mikroalga dengan metode gabungan ekstraksi kimia dengan proses mekanik telah dilakukan diantaranya menggunakan ultrasonik digabung ekstraksi dengan ethanol. Ekstraksi dengan pelarut n-heksan dengan bantuan ultrasonik (Angles *et al.*, 2017).

Mikroalga sebagai bahan baku pembuatan biodiesel secara ekonomi cukup menjanjikan tetapi beberapa kendala teknis harus segera diselesaikan yaitu masih tingginya biaya untuk ekstraksi lipid dari mikroalga yang besar biayanya masih sekitar 70-80% dari total biaya, pengeringan mikroalga masih menjadi rintangan yang paling besar yang harus diatasi (Islam *et al.*, 2014). Ekstraksi dengan tekanan tinggi dengan kondisi suhu dan perbandingan massa alga dan pelarut yang optimal merupakan langkah kritis yang perlu dipelajari untuk pengembangan skala proses ekstraksi, untuk kondisi ini suhu dan kondisi perbandingan pelarut dan bahan lebih berpengaruh dibandingkan waktu ekstraksi.

C. Perlakuan Mekanis Kavitasasi

Perlakuan mekanis dengan ultrasonik dan hidrodinamika memiliki kesamaan dalam pembentukan kavitasasi (Lee *et al.*, 2015). Kavitasasi adalah fenomena terbentuknya gelembung uap yang bertambah dan selanjutnya tiba-tiba mengembun. Terbentuknya gelembung uap dan kemudian tiba-tiba mengembun menyebabkan terjadinya perubahan tekanan yang tiba-tiba dan dapat menyebabkan dinding sel pada mikroalga rusak. Efek fisik dari Kavitasasi akustik maupun hidrodinamika dapat menghilangkan tahanan transfer massa. Kavitasasi akustik

dihasilkan ketika gelombang ultrasonik dengan frekwensi diatas 16 kHz dikenakan dalam fluida, kavitasi akustik memiliki keterbatasan berupa kertidakseragaman kerapatan kavitasi. Kelemahan ini dapat diatasi dengan kavitasi hidrodinamika yang secara sederhana dapat dibangkitkan dengan melewati fluida dalam celah yang sempit seperti kran, venturi, orifice. (Gogate, 2008). Dalam celah ini terjadi peningkatan kecepatan aliran fluida secara tiba-tiba sehingga tekanan lokal menjadi turun, dengan pengaturan geometri dan kecepatan aliran maka tekanan dapat dibuat lebih rendah dari tekanan uap medium dalam suhu operasi (Setyawan *et al.*, 2018).

Reaktor kavitasi hidrodinamika untuk sintesis metil ester dengan dasar stage tunggal dilaporkan oleh (Kelkar *et al.*, 2008), diteliti esterifikasi asam lemak dengan H₂SO₄ sebagai katalis dan didapatkan hasil yang diperoleh dengan kavitasi hidrodinamik lebih baik dibandingkan kavitasi akustik dengan kondisi perbandingan reaktan 1:10 dan 1% konsentrasi katalis dan waktu reaksi 180 menit.

D. Proses Lipid Menjadi Biodiesel

Minyak hasil ekstraksi mikroalga dapat diubah menjadi biodiesel dengan reaksi transesterifikasi dengan alkohol dan katalis. Proses pengambilan lipid dari mikroalga dengan pelarut alkohol dapat langsung direaksikan menjadi biodiesel, proses ini disebut transesterifikasi langsung. Parameter yang penting dalam proses transesterifikasi langsung adalah kandungan air dalam mikroalga, jumlah pelarut, jumlah asam sulfat (Park *et al.*, 2014).

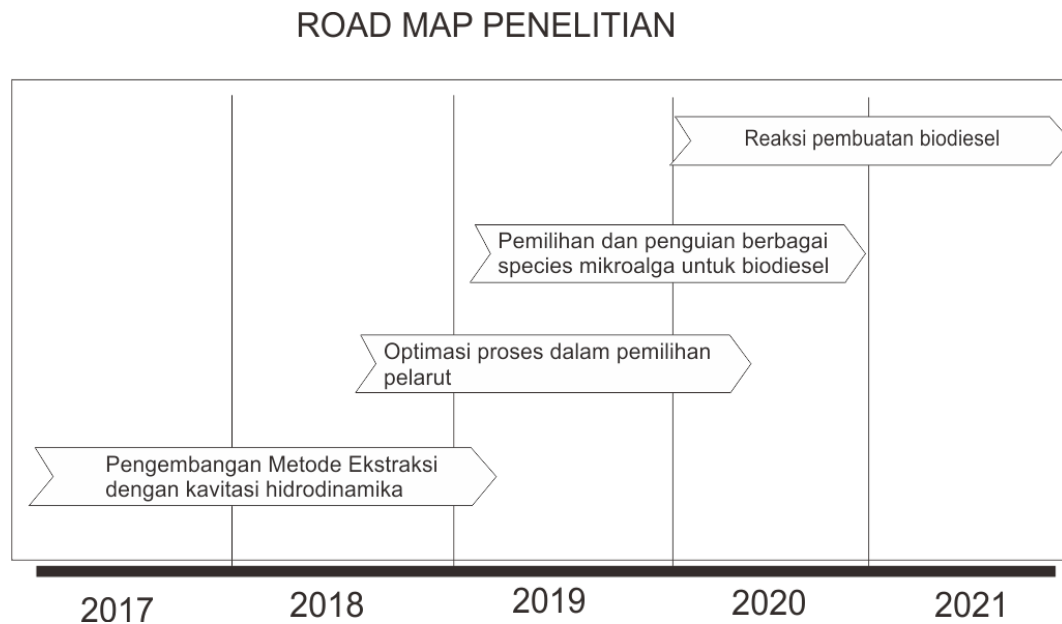
E. Pengaruh pemilihan solvent

Kavitasi hidrodinamik secara sederhana dapat dibangkitkan dengan melewati fluida dalam celah yang sempit seperti kran, *venturi*, *orifice* (Gogate, 2008). Pada celah ini akan terjadi peningkatan kecepatan aliran fluida sehingga tekanan lokal menjadi turun. Apabila tekanan lokal lebih rendah dari tekanan uap cairan sehingga mengakibatkan terjadinya penguapan. Semakin tinggi tekanan uap cairan maka semakin mudah cairan menguap atau dengan kata lain kavitasi yang terjadi akan semakin besar (Franc and Michel, 2005)

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian Ekstraksi Lipid dari mikroalga dilakukan dengan tahapan sebagai berikut



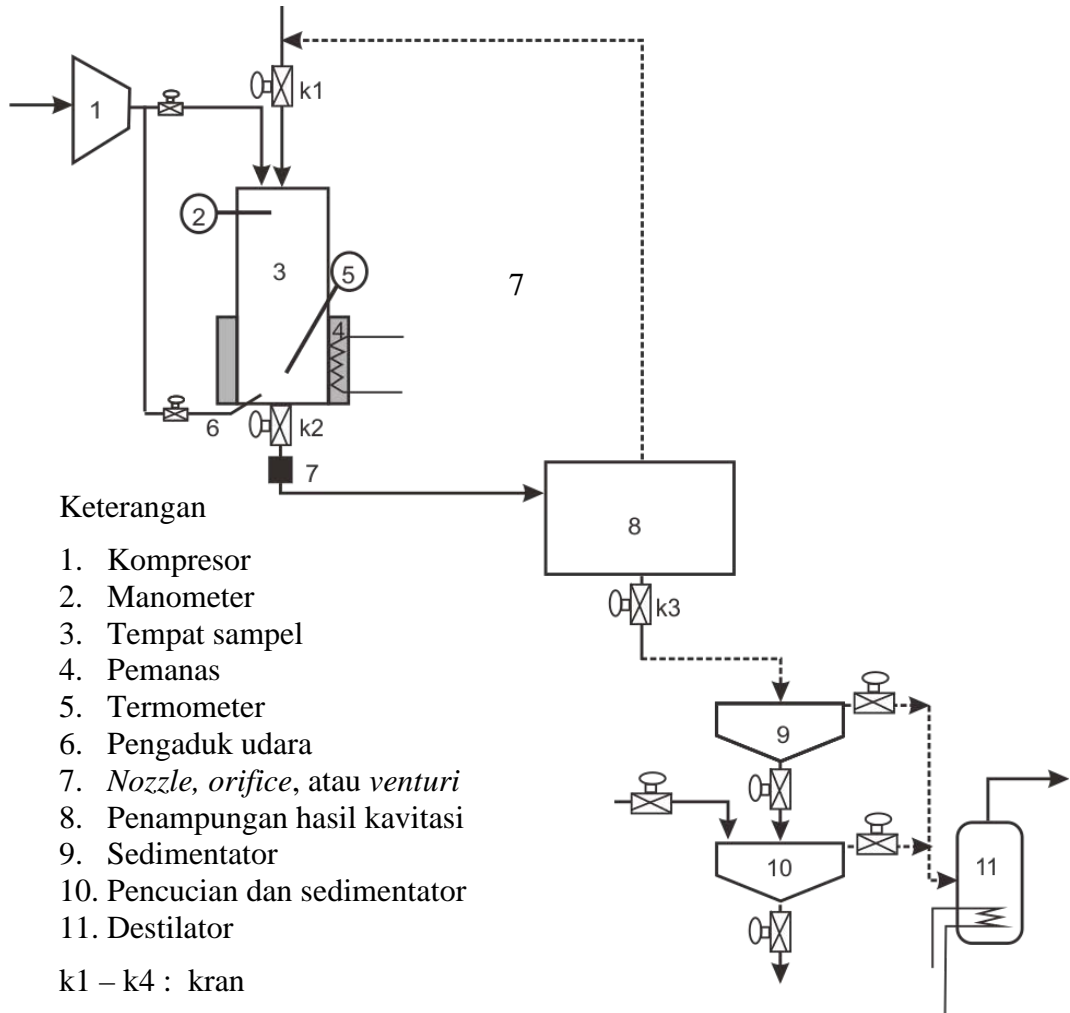
Gambar 3.1. Road Map Penelitian

B. Bahan dan peralatan

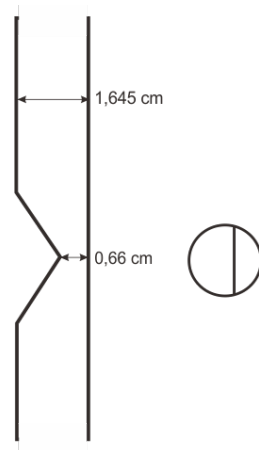
1. Bahan

- a) Mikroalga spesies *Nannochloropsis* dibeli di Pusat Budidaya Air Payau Situbondo
- b) Pelarut heksan pro analisa
- c) Pelarut heksan teknis
- d) Pelarut methanol pro analisa
- e) Pelarut methanol teknis

2. Alat-alat



Gambar 3.2. Rangkaian alat percobaan



Gambar 3.3. Bentuk venturi yang digunakan

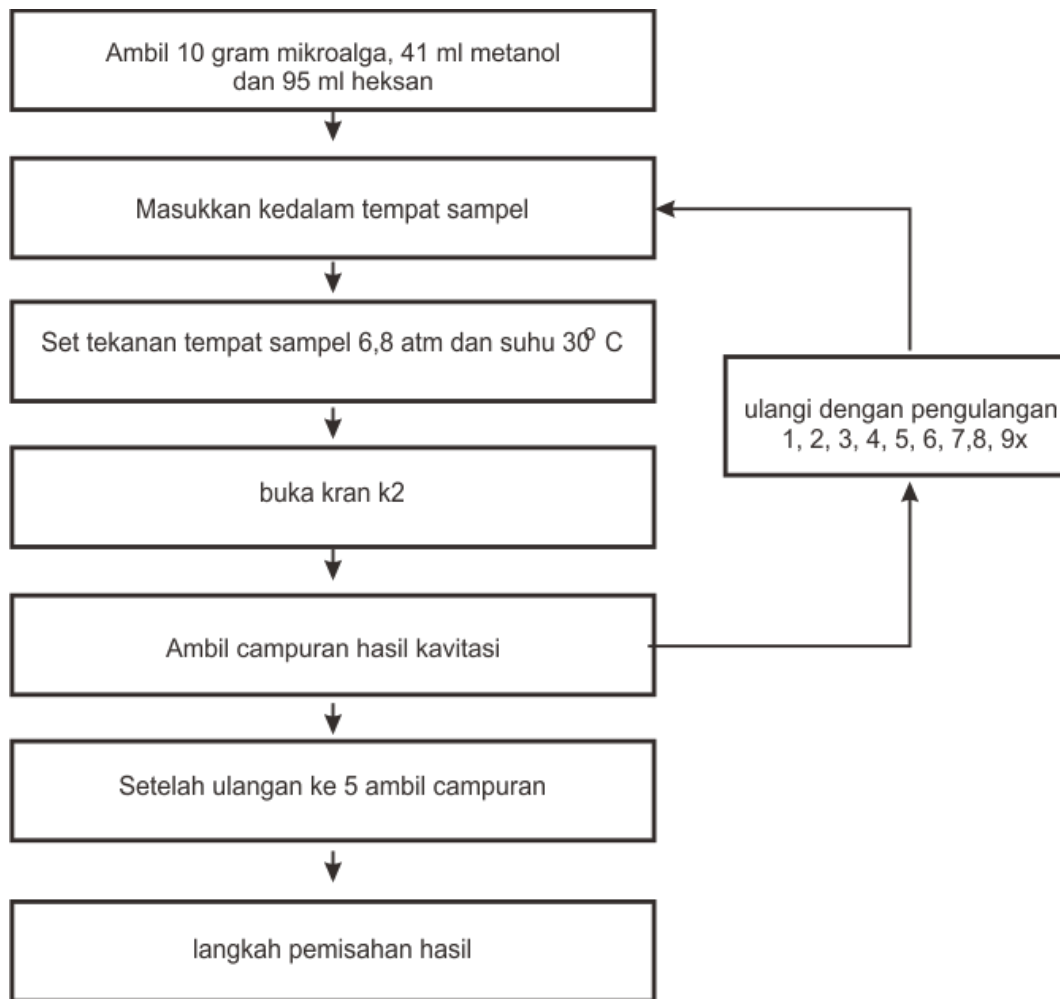
C. Cara Kerja

1. Karakterisasi pelarut dan campuran pelarut

Pelarut yang digunakan pada penelitian ini adalah heksana dan methanol. Untuk karakterisasi pelarut maka diuji titik didih dari heksana murni, metanol murni dan campuran dengan komposisi berat heksana:metanol sebagai berikut : 10:90; 25:75; 50:50; 75:25 dan 90:10. Pelarut dan campuran pelarut dipanaskan dan dicatat titik didihnya pada kondisi atmosferis.

2. Percobaan ekstraksi kavitas hidrodinamik

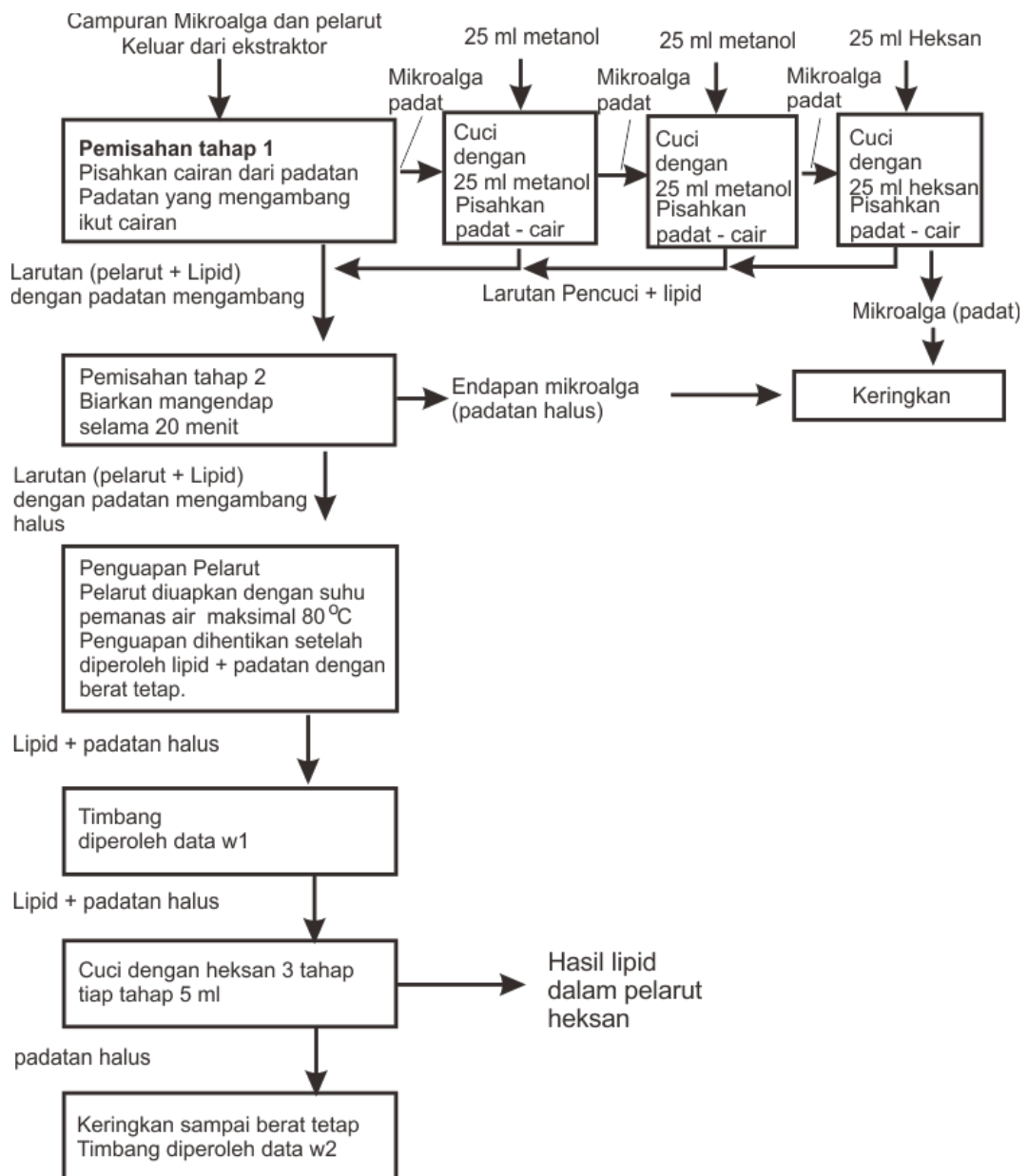
Percobaan ekstraksi kavitas hidrodinamika dilakukan dengan langkah sebagai berikut



Gambar 3.4. Skema ekstraksi kavitasi hidrodinamik

Proses ekstraksi diulangi dengan 7 variasi solvent dan campuran solvent

Selanjutnya langkah pemisahan lipid dari campuran sebagai berikut:



Gambar 3.5. Skema proses pengambilan lipid hasil ekstraksi

D. Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian meliputi:

1. Bahan baku

a. Kadar lipid total

Untuk menentukan kadar lipid digunakan metode gravimetri dengan timbangan analitik.

b. Komposisi lipid

Komposisi lipid pada bahan baku dianalisa dengan GCMS.

2. Produk

a. Kadar lipid

Untuk menentukan kadar lipid digunakan metode gravimetri dengan timbangan analisis dan berat lipid = $w_1 - w_2$.

b. Komposisi lipid

Komposisi lipid pada bahan baku dianalisa dengan GCMS.

E. Perhitungan

a. *Yield* dihitung dengan persamaan:

$$yield = \frac{(w_1 - w_2)}{\text{berat kering mikroalga}} \dots\dots\dots (1)$$

b. *Yield* relatif dihitung dengan persamaan:

$$yield\ relatif = \frac{(w_1 - w_2)}{\text{berat total lipid}} \dots\dots\dots (2)$$

F. Luaran Penelitian

1. Paper Ilmiah

Target luaran pertama penelitian selama 6 bulan berupa paper yang dipresentasikan dalam seminar internasional dan terbit dalam jurnal internasional yang bereputasi.

2. Model Ekstraksi

Target luaran kedua berupa model ekstraksi dengan kavitasi hidrodinamika untuk menghitung koefisien perpindahan massa volumetris.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi kandungan lipid

Kandungan lipid total dari sampel mikroalga diuji dengan ekstraksi 5 gram mikroalga dengan perlaut metanol 41 ml dan n-heksana 95 ml dengan pengadukan 1000 rpm selama 2 jam dan dilakukan dalam 3 stage, hasil percobaan dapat dilihat dari Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kadar lipid dengan pelarut metanol dan n-heksana 41 ml : 95 ml

No	Berat Lipid + sisa padatan (gr)	Berat sisa padatan (kg)	Lipid (%)
1	1.1	0.801	13.06
	0.781	0.407	
	0.177	0.197	
2	1.204	0.94	13.6
	0.959	0.491	
	0.233	0.164	
3	0.695	0.416	15.36
	0.523	0.268	
	0.285	0.051	

Dari Tabel 4.1 diatas dapat dihitung rata-rata kandungan lipid total dari *Nannochloropsis* sp adalah 14,48% dari berat kering.

B. Pengaruh perbandingan campuran pelarut metanol heksana

Berbagai perbandingan pelarut antara heksana dan metanol dicoba untuk mengekstraksi lipid dengan cara pengadukan selama 2 jam dengan kecepatan 1000 rpm, hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kadar lipid dengan variasi pelarut dengan ekstraksi konvensional 1000 rpm selama 2 jam

No	Perbandingan volume heksana metanol	Yield, %
1	1:1,5	4,26
2	1: 1	5,08
3	0:1	2,92
4	1:0	4,3

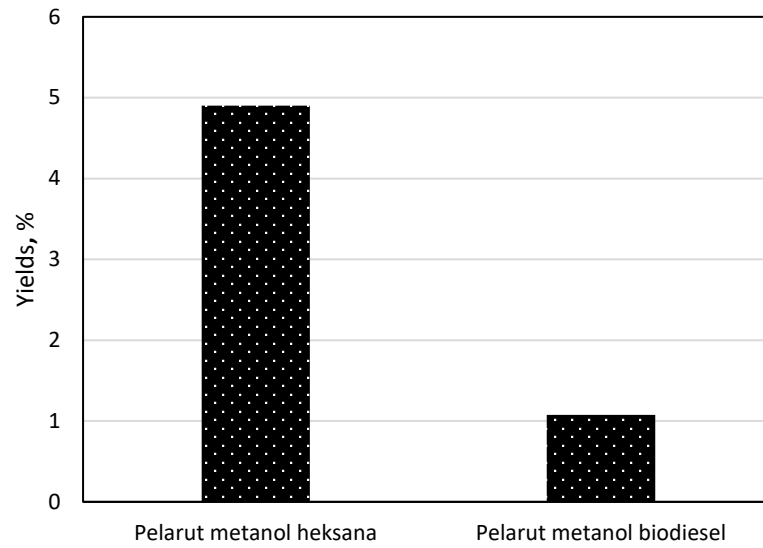
Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa campuran heksana metanol 60 ml : 60 ml memberikan yields ekstraksi yang paling tinggi.

Tabel 4.3 Hasil ekstraksi dengan variasi pelarut dengan ekstraksi kavitas hidrodinamika 1 semburan

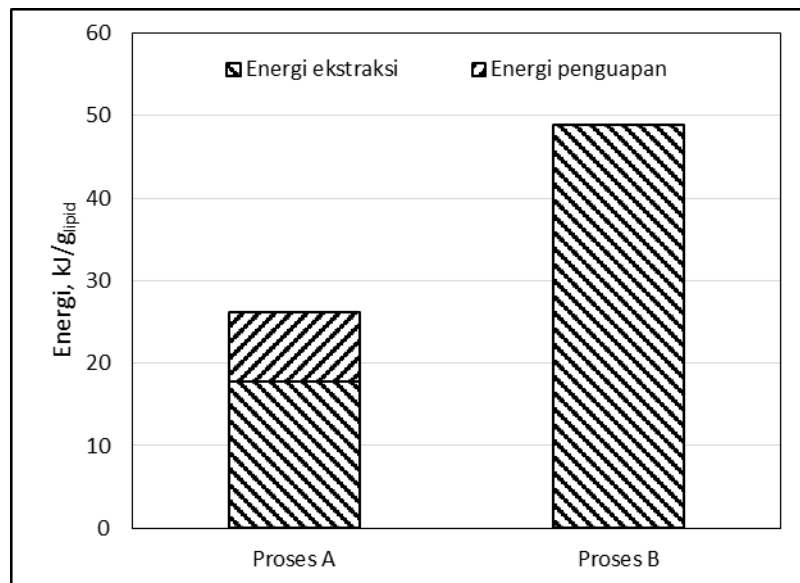
No	Perbandingan volume heksana metanol	Yield, %
1	1:9	1.570
2	1:4	1.420
3	1:1,5	2.710
4	1:1	2.640
5	1,5:1	2.105
6	2,3:1	4.7
7	4,1	3.280
8	9:1	1.925

C. Perbandingan pelarut biodiesel methanol dan heksan metanol

Perbandingan hasil ekstraksi antara pelarut A dan B dengan nilai variabel operasi sama (tekanan pendorong, jenis kavitor, suhu dan konsentrasi mikroalga) ditunjukkan pada Gambar 4.1. dan perbandingan kebutuhan energi dari kedua proses ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Perbandingan *yield* ekstraksi antara penggunaan pelarut campuran metanol heksana (pelarut A) dan metanol biodiesel (pelarut B)



Gambar 4.2. Perbandingan kebutuhan energi ekstraksi antara penggunaan campuran pelarut metanol heksan (pelarut A) dan metanol biodiesel (pelarut B)

Gambar 4.1. menunjukkan hasil ekstraksi dengan pelarut A lebih besar daripada B. Hal ini disebabkan karena kombinasi metanol dan heksana lebih mudah menguap daripada kombinasi metanol dan biodiesel. Oleh karena itu, fenomena

kavitasi lebih besar daripada menggunakan pelarut yang mudah menguap. Dengan kavitasi yang lebih besar maka dampak hasil ekstraksi dengan pelarut A lebih tinggi dibanding B.

Perbandingan kebutuhan energi ditunjukkan pada Gambar 4.2. dalam hal ini kebutuhan energi didefinisikan sebagai energi untuk menggerakkan sampel dan pelarut dibagi dengan berat produk lipid. Perbandingan dilakukan dengan nilai variabel proses yang sama (tekanan pendorong, jenis kavitator, suhu dan konsentrasi mikroalga) dengan tekanan pendorong yang sama maka energi untuk menggerakkan sampel dan pelarut sama. Akan tetapi dalam dengan pelarut A di samping energi untuk menggerakkan sampel, ada energi untuk menguapkan pelarut. Dalam proses dengan pelarut A jumlah kebutuhan energi penggerak adalah 17,785 kJ / g lipid dan energi untuk menguapkan pelarut adalah 8,35 kJ / g lipid, sedangkan kebutuhan energi ekstraksi untuk proses dengan pelarut B adalah 48,919 kJ / g lipid. Energi untuk menguapkan pelarut dalam proses dengan pelarut A kurang dari ekstrak karena dua pelarut terdiri dari pelarut yang mudah menguap

BAB V. KESIMPULAN

Dari percobaan dapat disimpulkan bahwa

1. Kandungan lipid total yang ada pada *Nannocloropsis* yang digunakan sebagai sampel adalah 14,48% berat lipid/berat kering mikroalga
2. Perbandingan pelarut metanol dan heksana 60 ml : 60 ml memberikan hasil ekstraksi yang tertinggi dengan ekstraksi konvensional.
3. Perbandingan pelarut metanol dan heksana 41 ml : 95 ml memberikan hasil ekstraksi yang tertinggi dengan ekstraksi kavitas hidrodinamika
4. Pelarut metanol heksana memberikan yield yang lebih besar dibandingkan pelarut metanol biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Angles, E., Jaouen P., Pruvost, J. and Marchal, L., 2017, "Wet Lipid Extraction from the Microalga *Nannochloropsis* Sp.: Disruption, Physiological Effects and Solvent Screening", *Algal Research*, 21: 27–34.
- Campbell, Peter, K., Beer, T. and Batten, D., 2011, "Life Cycle Assessment of Biodiesel Production from Microalgae in Ponds", *Bioresource Technology*, 102(1): 50–56.
- Franc, J.P. and Michel, J.M., 2005, *Fundamentals of Cavitation*, New York, Kluwer Academic Publishers.
- Gogate, P. R., 2008, "Cavitation Reactors for Process Intensification of Chemical Processing Applications: A Critical Review", *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 47(4): 515–27.
- Halim, R., Harun, R., Danquah, M.K. and Webley, P.A., 2012, "Microalgal Cell Disruption for Biofuel Development", *Applied Energy*, 91(1): 116–21.
- Hu, Q., Zeng, R., Zhang, Z.X., Yang, Z.H. and Huang, H., 2014, "Production of Microalgal Lipids as Biodiesel Feedstock with Fixation of CO₂ by *Chlorella Vulgaris*", *Food Technology and Biotechnology*, 52(3): 285–91.
- Islam, M. A., Brown, R.J., O'Hara, I., Kent, M. and Heimann, K., 2014, "Effect of Temperature and Moisture on High Pressure Lipid/oil Extraction from Microalgae", *Energy Conversion and Management*, 88: 307–16.
- Kelkar, M.A., Gogate, P.R. and Pandit, A.B., 2008, "Intensification of Esterification of Acids for Synthesis of Biodiesel Using Acoustic and Hydrodynamic Cavitation". *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(3): 188–94.
- Lee, A.K., Lewis, D.M. and Ashman, P.J., 2015, "Microalgal Cell Disruption by Hydrodynamic Cavitation for the Production of Biofuels", *Journal of Applied Phycology*, 27(5): 1881–89.
- Lee, I. and Han, J.I., 2015, "Simultaneous Treatment (Cell Disruption and Lipid

- Extraction) of Wet Microalgae Using Hydrodynamic Cavitation for Enhancing the Lipid Yield”, *Bioresource Technology*, 186: 246–51.
- Maity, J. P., Bundschuh, J., Chen, C.Y. and Bhattacharya, P., 2014, “Microalgae for Third Generation Biofuel Production, Mitigation Ofgreenhouse Gas Emissions and Wastewater Treatment: Present Andfuture Perspectives - A Mini Review”, *Energy*, 78: 104–13.
- Martinez-Guerra, E., Gudea, V.G, Mondalab A., Holmes, W. and Hernandez, R., 2014, “Microwave and Ultrasound Enhanced Extractive-Transesterification of Algal Lipids”, *Applied Energy*, 129: 354–63.
- Park, C. W., Huang, W.C., Gim, S., Lee, K.S. and Kim, J.D., 2014, “New Type of Extraction Solvent for Algal Oils: Fatty Acid Methyl Esters”, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 2(12): 2653–57.
- Setyawan, M., Budiman, A., Mulyono, P. and Sutijan, 2018, “Optimum Extraction of Algae-Oil from Microalgae Using Hydrodynamic Cavitation.” *International Journal of Renewable Energy Research* 8(1).
- Setyawan, M., Mulyono, P., Sutijan and Budiman, A., 2018, “Comparison of Nannochloropsis Sp . Cells Disruption between Hydrodynamic Cavitation and Conventional Extraction”, In *MATEC Web of Conferences*, , 1–5.
- Sovová, H., 2005, “Mathematical Model for Supercritical Fluid Extraction of Natural Products and Extraction Curve Evaluation”, *Journal of Supercritical Fluids*, 33(1): 35–52.
- Suganya, T., Varman, M., Masjuki, H. H. and Renganathan. S., 2016, “Macroalgae and Microalgae as a Potential Source for Commercial Applications along with Biofuels Production: A Biorefinery Approach”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55: 909–41.
- www.esdm.go.id., 2017, *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2017*, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-2017-.pdf>.

- Yao, L., Gerde, J.A. and Wang, T., 2012, “Oil Extraction from Microalga *Nannochloropsis* Sp. with Isopropyl Alcohol”, *JAACS, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 89(12): 2279–87.
- Yen, H.W., Hu I.C., Chen, C.Y., Ho, S.H., Lee, D.J. and Chang, J.S., 2013, “Microalgae-Based Biorefinery – From Biofuels to Natural Products”, *Bioresource Technology*, 135: 166–74.