

LAPORAN PENELITIAN

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN BAHAN PENGENTAL PADA
PEMBUATAN BIOETANOL GEL DAN UJI PERPINDAHAN PANAS
DENGAN SIMULASI ANSYS FLUENT 16**



Diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah wajib semester
VII Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

Dhika Uljanah

(03031381419125)

Eko Safitri

(03031381419144)

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2017

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN BAHAN PENGENTAL PADA
PEMBUATAN BIOETANOL GEL DAN UJI PERPINDAHAN PANAS
DENGAN SIMULASI ANSYS FLUENT 16**

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Tingkat Sarjana pada Jurusan
Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

Dhika Uljanah (03031381419125)

Eko Safitri (03031381419144)

Palembang, Maret 2018

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003**

**Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing Riset**



**Novia, ST., MT., PhD
NIP. 197311052000032003**

LEMBAR PERBAIKAN PENELITIAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dhika Uljanah (03031381419125)
2. Eko Safitri (03031381419144)

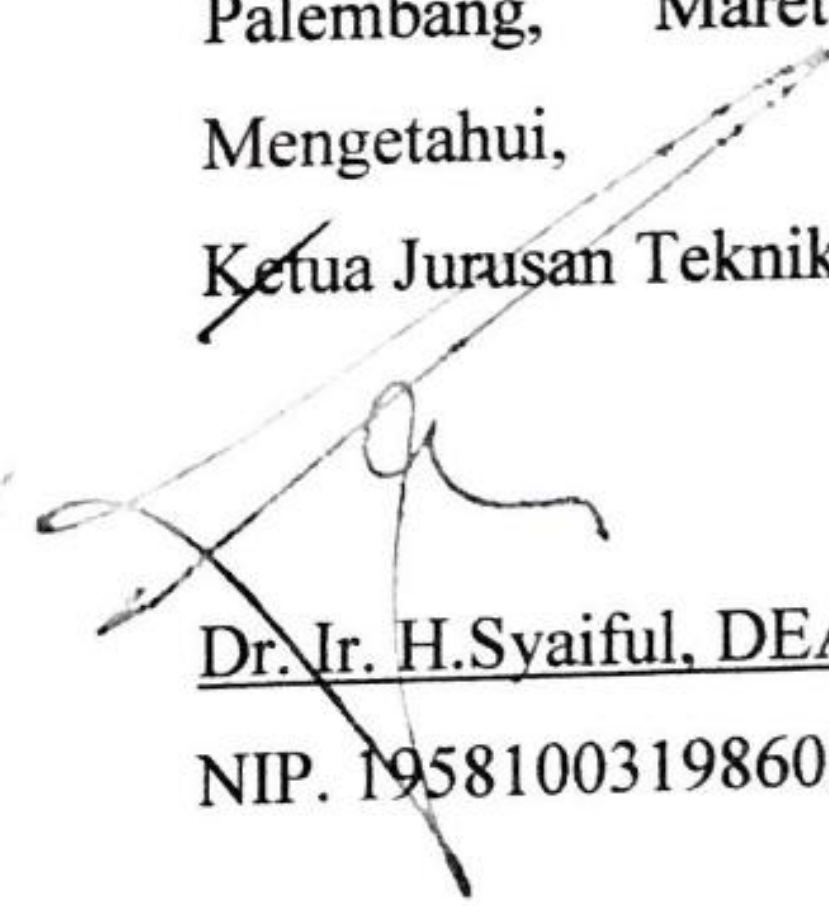
Judul Penelitian : “Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Pengental Pada Pembuatan Bioetanol Gel dan Uji Perpindahan Panas Dengan Simulasi Ansys Fluent 16”

Dosen penguji yang bersangkutan tidak memberikan perbaikan pada seminar penelitian di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya tanggal 03 Maret 2018.

Palembang, Maret 2018

Mengetahui,

~~Ketua Jurusan Teknik Kimia~~


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas penelitian yang berjudul "*Pengaruh Variasi Penambahan Bahan Pengental pada Pembuatan Bioetanol Gel dan Uji Perpindahan Panas pada Simulasi Ansys Fluent 16*". Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kurikulum pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Novia, ST., MT., PhD, selaku dosen pembimbing penelitian di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Bapak M. Firdaus Fajriasyah, selaku Teknisi/ PLP sebagai pembimbing penelitian di Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Edi Suprianto, selaku Teknisi/PLP sebagai pembimbing penelitian di Laboratorium Perminyakan Jurusan Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Palembang, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesa	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bahan Bakar Bioetanol	4
2.2 Bioetanol Gel	4
2.2.1. Pembentukan Gel	7
2.2.2. Viskositas	8
2.2.3. Pembakaran Etanol	9
2.2.4. Nilai Kalor	10
2.3 Bahan Pengental	12
2.3.1. <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC)	12
2.3.2. Carbopol	14
2.3.3. Jenis Gelling Agent Lainnya	16
2.4. ANSYS Fluent Software (CFD Simulation)	18
2.5. Penelitian Terdahulu Terkait Pembuatan Bioetanol Gel	20

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Bahan Baku	23
3.3 Variabel Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan	23
3.5 Prosedur Penelitian.....	24
3.5.1 Pembuatan Bioetanol Gel dengan Penambahan CMC.....	24
3.5.2 Pembuatan Bioetanol Gel dengan Penambahan Carbopol	24
3.5.3 Analisa Sampel.....	24
3.5.4 Permodelan CFD.....	26
3.6 Diagram Alir Proses	28

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa	30
4.2. Pembahasan Hasil Analisa	34
4.2.1. Analisa Warna Nyala Api	34
4.2.2. Analisa Stabilitas Nyala Api	35
4.2.3. Analisa Lama Waktu Nyala Api	35
4.2.4. Analisa Viskositas	36
4.2.5. Analisa Titik Nyala Api	37
4.2.6. Analisa Residu Pembakaran	38
4.2.7. Analisa Nilai Kalor	39
4.2.8 Temperatur Akhir pada Pemanasan Air.....	40
4.2.9. Analisa Perpindahan Panas Menggunakan Simulasi CFD.....	41
4.2.10.Pemilihan Formulasi Terbaik Berdasarkan 3 Parameter Analisa.	45

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Bomb Calorimeter</i>	12
Gambar 2.2. Struktur CMC (<i>Carboxylmethyl Cellulose</i>).....	13
Gambar 3.1. Meshing Beker Gelas 100 mL.....	27
Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Bioetanol Gel.....	28
Gambar 3.4. Diagram Alir Simulasi CFD (<i>Ansys Fluent</i>)	29
Gambar 4.1. Lama Waktu Pembakaran Bioetanol Gel	35
Gambar 4.2. Viskositas Bioetanol Gel dengan Variasi Bahan Pengental	36
Gambar 4.3. Titik Nyala Api Bioetanol Gel dengan Variasi Pengental	37
Gambar 4.4. Residu Pembakaran Bioetanol Gel dengan Variasi Pengental	38
Gambar 4.5. Nilai Kalor Bioetanol Gel dengan Variasi Pengental	39
Gambar 4.6. Temperatur Akhir pada Pemanasan Air dengan Bioetanol Gel	40
Gambar 4.7. Menggunakan Bioetanol Gel CMC 1,8 gram (A), Menggunakan Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram (B) pada detik ke 80 s.	42
Gambar 4.8. Menggunakan Bioetanol Gel CMC 1,8 gram (A), Menggunakan Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram (B) pada detik ke 160 s.	42
Gambar 4.9. Menggunakan Bioetanol Gel CMC 1,8 gram (A), Menggunakan Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram (B) pada detik ke 240 s.	43
Gambar 4.10. Menggunakan Bioetanol Gel CMC 1,8 gram (A), Menggunakan Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram (B) pada detik ke 400 s	43
Gambar 4.11. Menggunakan Bioetanol Gel CMC 1,8 gram (A), Menggunakan Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram (B) pada detik ke 840 s	44
Gambar 4.12. Pengaruh Static Temperature (°C) Terhadap Tinggi Gelas Beker (m) pada Bioetanol Gel CMC 1,8 gram	44

Gambar 4.13. Pengaruh Static Temperature (°C) Terhadap Tinggi Gelas Beker (m) pada Bioetanol Gel Carbopol 1,8 gram.....	44
Gambar 4.14. Formulasi Bioetanol Gel dengan Pengental CMC Terhadap Parameter Nilai Kalor, Residu Pembakaran dan Viskositas	46
Gambar 4.15. Formulasi Bioetanol Gel dengan Pengental Carbopol Terhadap Parameter Nilai Kalor, Residu Pembakaran dan Viskositas	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Fisik Etanol	6
Tabel 2.2. Perbandingan Energi dari Beberapa Bahan Berbasis Alkohol	9
Tabel 2.3. Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1. Input Data Geometri.....	26
Tabel 4.1. Hasil Analisa Warna Nyala Api Bioetanol Gel.....	30
Tabel 4.2. Hasil Analisa Stabilitas Nyala Api Bioetanol Gel	30
Tabel 4.3. Hasil Analisa Lama Nyala Api Bioetanol Gel	31
Tabel 4.4. Hasil Analisa Viskositas Bioetanol Gel	31
Tabel 4.5. Hasil Analisa Titik Nyala Api Bioetanol Gel	32
Tabel 4.6. Hasil Analisa Residu Pembakaran Bioetanol Gel	33
Tabel 4.7. Hasil Analisa Nilai Kalor Bioetanol Gel	33
Tabel 4.8. Hasil Analisa Perpindahan Panas Bioetanol Gel	34
Tabel 4.9. Formulasi Pembuatan Bioetanol Gel	45

ABSTRAK

Bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah bioetanol. Bioetanol merupakan *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan yang dihasilkan dari proses fermentasi. Sifat fisik bioetanol yang berbentuk cairan menyebabkan bioetanol mudah tumpah saat pendistribusian. Penelitian ini mengkonversikan bioetanol cair menjadi berbentuk gel dengan adanya penambahan *thickening agent*. Larutan bioetanol (70%) akan ditambahkan bahan pengental CMC dan *Carbopol* dengan variasi penambahan 1,0 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 gram. Bioetanol gel dengan bahan pengental CMC dan *Carbopol* menghasilkan spesifikasi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan pengental CMC menghasilkan formulasi terbaik saat penambahan 1,8 gram viskositas 75,7288 m.Pa/s dan residu pembakaran 5,3%. Sementara bahan pengental *Carbopol* menghasilkan formulasi terbaik pada penambahan 2,0 gram dengan viskositas 102,443 m.Pa/s dan residu pembakaran 0,6%.

Kata Kunci: Bioetanol gel, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), *Carbopol*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi yang merupakan bahan bakar fosil yang sudah menjadi salah satu bagian dari kebutuhan masyarakat yang sangat penting untuk berbagai kebutuhan mulai dari kendaraan serta kebutuhan dapur rumah tangga dan lain-lainnya. Bahan bakar untuk kebutuhan dapur rumah tangga seperti minyak tanah di Indonesia masih banyak masyarakat yang menggunakan minyak tanah di dapur mereka terutama di bagian pedesaan. Dari tahun ke tahun bahan bakar minyak bumi terus mengalami penurunan atau semakin menipis sehingga perlu dicarinya solusi untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan adanya bahan bakar alternatif. Minyak tanah adalah salah satu bahan bakar fosil yang di hasilkan dari minyak bumi, bahan bakar tersebut terus mengalami penurunan sedangkan kebutuhan akan bahan bakar terus meningkat di kalangan masyarakat Indonesia.

Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia karena bahan bakunya melimpah. Namun demikian beberapa kendala dalam penggunaan bioetanol oleh masyarakat terbatas, diantaranya adalah produksi bioetanol secara komersil di daerah tertentu. Transportasi bioetanol ke daerah tertentu akan beresiko karena rawan tumpah jika tidak diletakkan dengan benar. Bahan bakar bioetanol juga mudah meledak dan memiliki sifat volatil yang tinggi. Metode pendistribusian bioetanol biasanya menggunakan drum sehingga dapat dikategorikan kurang *safety* jika dibandingkan dengan pendistribusian minyak tanah oleh Pertamina menggunakan tangki.

Wujud dari bioetanol yang berbentuk *liquid* rentan tumpah sehingga bioetanol tersebut dapat diubah wujudnya menjadi gel agar aman untuk ditransportasikan serta lebih efektif. Beberapa kelebihan lain yang terdapat pada bioetanol gel adalah ketika dibakar tidak menghasilkan asap dan jelaga serta gas hasil dari pembakarannya tidak berbahaya serta tidak karsinogenik dan korosif. Bioetanol berbentuk gel lebih mudah dikemas sesuai dengan peruntukannya, seperti sebagai bahan bakar pengganti spiritus untuk memasak maupun lampu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Bakar Bioetanol

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatik. Metode hidrolisis secara enzimatik lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan menambahkan *yeast* atau ragi sehingga akan diperoleh bioetanol. Dalam perkembangannya, produksi alkohol yang paling banyak digunakan adalah metode fermentasi dan distilasi. Bahan baku yang dapat digunakan pada pembuatan etanol adalah nira bergula (sukrosa) seperti nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan. Sari buah jambu mete, bahan berpati seperti tepung-tepung sorgum biji, sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia. Bahan berselulosa (lignoselulosa) seperti kayu, jerami, batang pisang, bagas dan lain-lain.

Bioetanol (CH_2OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Merupakan bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil seperti minyak tanah. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat berpotensi untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat dan berlimpah. Banyaknya variasi tumbuhan yang berpotensi untuk diubah menjadi bioetanol, menyebabkan pihak pengguna akan lebih leluasa memilih jenis yang sesuai dengan kondisi tanah yang ada. Sebagai contoh ubi kayu dapat tumbuh di tanah yang kurang subur, memiliki daya tahan yang tinggi terhadap penyakit dan dapat diatur waktu panennya, namun kadar patinya hanya

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2017 s.d selesai. Adapun tempat laboratorium pelaksanaan penelitian, diantaranya:

1. Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Laboratorium Perminyakan, Jurusan Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

3.2. Bahan Baku

Bahan baku penelitian yakni Bioetanol kadar 70% yang didapat dari PT.Multijaya Medika.

3.3. Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel Tetap

- | | |
|-------------------------|------------|
| 1) Kadar Bioetanol | : 70% |
| 2) Volume Bioetanol | : 100 ml |
| 3) Konsentrasi NaOH | : 1 N |
| 4) Kecepatan Pengadukan | : 1000 rpm |
| 5) Waktu Pengadukan | : 30 menit |

3.3.2. Variabel Bebas Penelitian

- | | |
|--|--|
| 1) <i>Carboxymethylcellulose</i> (CMC) | : 1,0 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 gram |
| 2) <i>Carbopol</i> | : 1,0 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 gram |

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat

- 1) Beker Gelas 100 ml
- 2) Gelas ukur 100 ml
- 3) *Stopwatch*
- 4) Termometer
- 5) Cawan porselin
- 6) *Magnetic stirrer*

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa

Tabel 4.1. Hasil Analisa Warna Nyala Api Bioetanol Gel dengan Pengental CMC dan Carbopol

Jenis Pengental	Jumlah Penambahan (gram)	Warna Nyala Api
CMC	1,0 gram	Biru Kemerahan Banyak
	1,2 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,4 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,6 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,8 gram	Biru Kemerahan Banyak
	2,0 gram	Biru Kemerahan Banyak
Carbopol	1,0 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,2 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,4 gram	Biru Kemerahan Sedikit
	1,6 gram	Biru
	1,8 gram	Biru
	2,0 gram	Biru

Tabel 4.2. Hasil Analisa Stabilitas Nyala Api Bioetanol Gel dengan Pengental CMC dan Carbopol

Jenis Pengental	Jumlah Penambahan (gram)	Stabilitas Nyala Api
CMC	1,0 gram	<i>Low</i> Stabil
	1,2 gram	<i>Medium</i> Stabil
	1,4 gram	<i>Medium</i> Stabil
	1,6 gram	<i>Medium</i> Stabil
	1,8 gram	<i>Low</i> Stabil

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Pengaruh penambahan jumlah bahan pengental CMC dan *carbopol* pada pembuatan bioetanol gel terlihat pada analisa viskositas yang telah dilakukan. Dimana *carbopol* memberikan nilai viskositas 102,443 m.Pa/s yang lebih tinggi dibandingkan bahan pengental CMC sekitar 88,731 m.Pa/s.
2. Penambahan 2,0 gram *carbopol* sebagai bahan pengental pada pembuatan bioetanol gel merupakan jumlah formulasi terbaik karena memiliki nilai kalor 5176,5542 cal/gram dan viskositas yang tinggi yaitu 102,443 m.Pa/s. Residu pembakaran yang dihasilkan pun sedikit bahkan cenderung tidak ada yaitu sebesar 0,6 %.
3. Bahan pengental yang efektif digunakan pada pembuatan bioetanol gel yakni pada penambahan jenis pengental *carbopol* dibandingkan CMC karena memiliki nilai kalor dan viskositas tinggi. Demikian pula pada analisa perpindahan panas pada air, dimana bioetanol gel dengan *carbopol* dapat memanaskan air hingga temperatur tinggi dalam waktu lama yakni pada sampel 1,8 gram *carbopol*.
4. Pada analisa perpindahan panas dengan menggunakan simulasi CFD (*ansys fluent 16*) dapat dilihat bahwa pemanasan air lebih cepat pada bioetanol gel CMC di bandingkan dengan bioetanol gel *Carbopol*, hal ini dapat dilihat dari persebaran temperatur pada setiap detik tertentu.
5. Laju pembakaran pada bioetanol gel CMC lebih cepat di bandingkan dengan laju pembakaran pada bioetanol *Carbopol* sehingga lama nyala api pada bioetanol gel CMC lebih cepat padam dan tidak dapat terbakar lagi serta menyisakan residu pembakaran yang sudah tidak dapat terbakar.
6. Distribusi suhu perpindahan panas dengan simulasi CFD (*ansys fluent 16*) terbaik pada bioetanol gel dengan bahan pengental *Carbopol* karena dengan 15 gram bioetanol sudah dapat menghasilkan persebaran temperatur air yang lebih merata dan hampir mencapai titik didih air tersebut.

5.1. **Saran**

Pada penelitian selanjutnya, dimana ingin melakukan pembuatan bioetanol gel dengan penambahan pengental CMC, dilarutkan kedalam air dengan jumlah yang kurang dari 50 ml. Diperlukan waktu yang lama untuk melarutkan CMC dalam air. Sebaiknya dilarutkan ke dalam air yang dipanaskan terlebih dahulu agar CMC dapat cepat larut dalam air. Sehingga dapat meningkatkan nilai kalor bioetanol gel yang terbentuk karena sedikitnya kadar air yang terkandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ana, D. *et al.* (2014) "Formulasi Bioetanol Padat Dengan Variasi Gelling Agent Sebagai Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan," *Industri Inovatif*, 4(2), hal. 13–19.
- Arnata, I. W. dan Yoga, I. wayan G. S. (2015) *Produksi Bahan Bakar Padat dan Bahan Bakar Gel Berbasis Bioetanol*. Bali.
- BSN (2009) *Etanol nabati*. SNI 3565, Jakarta, Indonesia.
- Beny, S., Restuhadi, F. dan Hamzah, F. (2015) "Pengembangan Etanol Semi Padat Dengan Pencampuran Minyak Jelantah," *Jom Faperta*, 2(2), hal.1–10.
- BSN (2009) *Etanol nabati*. Jakarta, Indonesia.
- Budi A, S. dan Supriyatna, N. (2013) "Perbandingan Karbopol dan Karboksimetil Selulosa Sebagai Pengental Pada Pembuatan Bioetanol Gel," *Biopropal Industri*, 4(2), hal. 59–64.
- Dewi, R. K. dan Boediyanto (2016) "Optimalisasi Sekam Padi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Gel Yang Ramah Lingkungan," *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*, (ISBN : 978-602-0951-12-6), hal. 74–80.
- Dudley, B. (2016) "Statistical Review of World Energy," *BP Statistical Review of World Energy*. 65 ed. US Securities and Exchange Commission.
- Kamal, N. (2010) "Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa," *Jurnal Teknologi*, I(17), hal. 78–85.
- Lieberman, H. A. (1996). *Pharmaceutical Dosage Forms : Disperse Systems, Volume 2*. New York: Dekker.
- Listiyanawati, D. *et al.* (2008) "Eko-briket dari Komposit Sampah Plastik Campuran dan Lignoselulosa."
- Lloyd, P. J. D. dan Visagie, E. M. (2007) "A Comparison Of Gel Fuels With Alternative Cooking Fuels," *Journal of Energy in Southern Africa*, 18(3), hal. 26–31.
- Loupatty, V. D. (2014) "Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak Tanah," *Majalah Biam*, 10(2), hal. 50–59.
- Meilianti, S. (2009) *Formulasi Gel Bioetanol Dengan Pengental Sondang*

Meilianti F34052944 Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor.

- Mulyono dan Suseno, T. (2010) *Pembuatan Ethanol Gel Sebagai Bahan Bakar Padat Alternatif*. Surakarta.
- Nugroho, A., Restuhadi, F. dan Rossi, E. (2016) "Pembuatan gel etanol dengan menggunakan bahan pengental Carboxymethylcellulose (CMC)," *Jom Faperta*, 3(1), hal. 1–16.
- Prihandana, R., Noerwijati, K. dan Adinurani, P. G. (2011) *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Putri, A. S. dan Sutjahjo, D. H. (2016) "Limbah Lumpur Susu Sebagai Polimer Pembentuk Bahan Bakar Bioetanol Padat Dengan Aditif Carbopol," *Jurusan Teknik Mesin (JTM)*, 4(2), hal. 83–90.
- Riyanti, A. (2009) *Kajian Produksi Gel Bioetanol Dengan Menggunakan Carboxymethylcellulose (CMC) Sebagai Bahan Pengental*. Bogor.
- Robinson, J. (2006) *Bio-Ethanol as a Household Cooking Fuel : A Mini Pilot Study of the SuperBlu Stove in Peri-Urban Malawi*. Loughborough University.
- Setianto, Budi. (2016) *Analisa Seluruh Industri Sektor dan Semua Sub Sektor Saham di BEI 2015*. Jakarta : Penerbit BSK Capital.
- Tazi, I. dan Sulistiana (2011) "Uji Kalor Bakar Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas," *Jurnal Neutrino*, 3(2), hal. 163–174.
- Tiara, W., Barika, A. dan Novia. (2016). Pembuatan Bioetanol Gel dengan Perekat Kalsium Asetat, *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. Palembang.
- Triaswati, I. dan Nurhayanti, L. (2010) *Pembuatan Bioetanol Gel Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah*. Semarang.
- Vivandra, Prasetya, H. dan Ariawiyana, F. (2009) *Bioetanol Gel (B-Gel) Ubi Jalar : Alternatif Pada Sektor Rumah Tangga*. Bogor.
- Wibowo, W. A., Suseno, T. dan Mulyono (2010) "Pembuatan dan Uji Pembakaran Ethanol Gel," *Ekulibrium*, 9(2), hal. 67–71.