



UJI KINERJA ALAT DEHIDRASI BIOETANOL DENGAN *MOLECULAR SIEVE* MENGGUNAKAN SISTEM SIRKULASI *BATCH*

MEIKE AZZAHRA PUTRI



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Uji Kinerja Alat Dehidrasi Bioetanol dengan *Molecular Sieve* Menggunakan Sistem Sirkulasi *Batch*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Meike Azzahra Putri
F1401221072



ABSTRAK

MEIKE AZZAHRA PUTRI. Uji Kinerja Alat Dehidrasi Bioetanol dengan *Molecular Sieve* Menggunakan Sistem Sirkulasi *Batch*. Dibimbing oleh Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi menggantikan bahan bakar fosil. Namun, proses distilasi konvensional hanya mampu menghasilkan bioetanol berkadar sekitar 95 % karena adanya fenomena azeotrop etanol air, sehingga diperlukan proses dehidrasi lanjutan menggunakan *molecular sieve* untuk memperoleh bioetanol berkualitas *fuel grade*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan pompa sirkulasi dengan variasi frekuensi 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, dan 45 Hz terhadap kinerja alat dehidrasi bioetanol sistem *batch* berbasis *molecular sieve*. Parameter yang diamati meliputi kestabilan suhu, laju aliran produk, kebutuhan daya, konsumsi energi, kadar etanol, volume produk, massa etanol, rendemen, dan *Specific Energy Consumption* (SEC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pompa sirkulasi mampu menjaga suhu operasi lebih stabil, namun meningkatkan kebutuhan daya dari 2705,40 W menjadi 3361,23 W serta konsumsi energi dari 11714,38 Wh menjadi 23577 Wh pada frekuensi 45 Hz. Nilai SEC terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pompa sebesar 17588,58 Wh/kg, sedangkan penggunaan pompa menghasilkan SEC sebesar 36103,98–42544,30 Wh/kg. Pengukuran menggunakan hidrometer menunjukkan kadar etanol tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa pompa sebesar 99,3 %, sedangkan penggunaan pompa menghasilkan kadar 98,6–98,8 %. Hasil uji kadar air metode Karl Fischer menunjukkan kadar etanol berkisar 98,38–99,17 %, namun seluruh perlakuan belum mencapai standar *fuel grade* etanol sebesar 99,5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pompa sirkulasi pada konfigurasi alat yang digunakan belum mampu meningkatkan kualitas bioetanol maupun efisiensi energi proses.

Kata kunci: bioetanol, dehidrasi, efisiensi energi, *molecular sieve*, pompa sirkulasi



ABSTRACT

MEIKE AZZAHRA PUTRI. *Performance Evaluation of a Bioethanol Dehydration Unit Using a Molecular Sieve and Batch Circulation System*. Supervised by Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

Bioethanol is one of the most promising renewable energy sources to replace fossil fuels. However, conventional distillation can only produce bioethanol with a purity of approximately 95 % due to the ethanol water azeotrope, making an additional dehydration process using a molecular sieve necessary to obtain fuel grade bioethanol. This study aimed to analyze the effect of using a circulation pump at frequencies of 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, and 45 Hz on the performance of a batch bioethanol dehydration unit employing a molecular sieve. The evaluated parameters included temperature stability, product flow rate, power requirement, energy consumption, ethanol concentration, product volume, ethanol mass, yield, and Specific Energy Consumption (SEC). The results showed that the circulation pump maintained a more stable operating temperature but increased the power requirement from 2705.40 W to 3361.23 W and the energy consumption from 11714.38 Wh to 23577 Wh at a pump frequency of 45 Hz. The lowest SEC was obtained in the treatment without a circulation pump, with a value of 17588.58 Wh/kg, whereas the pump assisted treatments produced SEC values ranging from 36103.98 to 42544.30 Wh/kg. Hydrometer measurements indicated that the highest ethanol concentration (99.3 %) was achieved without the circulation pump, while the pump-assisted treatments produced ethanol concentrations ranging from 98.6 % to 98.8 %. Karl Fischer water content analysis showed ethanol concentrations ranging from 98.38 % to 99.17 %; however, none of the treatments met the fuel grade ethanol standard of 99.5 %. Overall, the addition of a circulation pump in the applied system configuration did not improve bioethanol quality or the energy efficiency of the dehydration process.

Keywords: bioethanol, circulation pump, dehydration, energy efficiency, molecular sieve



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

UJI KINERJA ALAT DEHIDRASI BIOETANOL DENGAN MOLECULAR SIEVE MENGGUNAKAN SISTEM SIRKULASI *BATCH*

MEIKE AZZAHRA PUTRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng.
2. Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Uji Kinerja Alat Dehidrasi Bioetanol dengan *Molecular Sieve*
Menggunakan Sistem Sirkulasi *Batch*

Nama : Meike Azzahra Putri
NIM : F1401221072

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si
NIP 196804191994032001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc. Agr
NIP 196304251989031001

Tanggal Ujian:
Senin, 13 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juni 2026, dengan judul “Uji Kinerja Alat Dehidrasi Bioetanol dengan *Molecular Sieve* Menggunakan Sistem Sirkulasi *Batch*”.

Terima kasih penulis ucapkan dan penghargaan teristimewa kepada :

1. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si selaku pembimbing utama atas bimbingan dan saran yang diberikan selama penelitian dan penyelesaian tugas akhir.
2. Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si. dan Prof. Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng. selaku dosen penguji, serta Dr. Lenny Saulia S.T.P, M.Si. selaku dosen moderator selama sidang berlangsung.
3. Kedua Orang Tua, Mochamad Rofiq dan Revi Rionilda yang selalu ada dan selalu mendukung yang penulis kerjakan, dan juga penuh ketulusan dalam mendidik dan membimbing penulis hingga mencapai jenjang ini.
4. Prof. Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng., Ni Putu Dian Nitawati, S.TP, M.Si., Romelan S.T., Maharani Dewi Solikhah, S.T, M.Sc., Palupi Tri Widiyanti, S.T, M.EngSc., dari Kelompok Riset Pengembangan dan Pemanfaatan Biofuel, Badan Riset dan Inovasi Nasional, yang telah membantu selama pengumpulan data.
5. Adik tercinta, Saffa Shakila Rahmadhani dan nenek tersayang, Siti Naya yang selalu memberikan dukungan dan do'a kepada penulis dalam pengerjaannya.
6. Teman-teman dekat dan seperjuangan, Figra Shabira Azifa, Farah Meutia Azizah, Griselda Safa Imani, Arila Safa Marfiana, serta Aleeka Kiana yang selalu kebersamai penulis selama masa perkuliahan.
7. Dzaky M. Arkan yang selalu mendukung dan memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
8. Keluarga Vermilion 59, atas kebersamaan yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik selama menempuh pendidikan.
9. Seluruh keluarga dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Meike Azzahra Putri



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bioetanol	4
2.2 Karakteristik Etanol	5
2.3 Proses Dehidrasi Bioetanol	5
2.4 <i>Molecular Sieve</i> Sebagai Adsorben	6
2.5 Sistem Sirkulasi <i>Batch</i>	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Metode Penelitian	9
3.4 Prosedur Penelitian	11
3.5 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Kinerja Alat Dehidrasi Bioetanol	17
4.2 Analisis Kebutuhan Daya dan Energi	21
4.3 Hasil Bioetanol	25
4.4 Analisis Efisiensi Energi	27
4.5 Faktor Penyebab Kadar Etanol Tidak Mencapai <i>Fuel Grade</i>	31
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Hasil pengukuran debit pada pompa sirkulasi	18
2	Kebutuhan daya sistem dehidrasi bioetanol	22
3	Konsumsi energi sistem dehidrasi bioetanol	23
4	Hasil pengukuran kadar etanol dengan hidrometer	25
5	Hasil pengujian kadar air	26
6	Volume produk bioetanol hasil dehidrasi	27
7	Massa etanol hasil dehidrasi	28
8	Nilai SEC sistem dehidrasi bioetanol	29
9	Rendemen hasil dehidrasi bioetanol	30

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan produksi bioetanol	3
2	Unit dehidrasi bioetanol	9
3	<i>Clampmeter</i>	9
4	Hidrometer	9
5	Diagram alir prosedur penelitian	11
6	Skematik dan alur kerja unit dehidrasi bioetanol	12
7	Skematik pengukuran daya dan energi	16
8	Skematik alat dehidrasi bioetanol menggunakan pompa	18
9	Grafik perubahan suhu bioetanol di dalam tangki umpan terhadap waktu pada berbagai perlakuan	19
10	Laju alir hasil produk	21
11	Hubungan frekuensi pompa terhadap total daya sistem	22
12	Hubungan frekuensi pompa terhadap konsumsi energi sistem dehidrasi bioetanol	24
13	Hubungan frekuensi pompa terhadap nilai SEC sistem dehidrasi bioetanol	29

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data pencatatan suhu	36
2	Data pencatatan daya	37
3	Pengukuran kadar etanol menggunakan hidrometer	39



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.