

LAPORAN TAHUNAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**PENGEMBANGAN BAHAN BAKAR *BIOETHANOL* DARI
TUMBUHAN TEBU *TIBARAU* DENGAN PENAMBAHAN
ZAT KAPUR KULIT KERANG UNTUK PENINGKATAN
ENERGI PANAS**

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

TIM PENELITI

Drs. Hasanuddin, M.S (Ketua) NIDN. 0020055512
Hendri Nurdin, M.T (Anggota) NIDN. 0028027306
Dr. Waskito, M.T (Anggota) NIDN. 0008086109
Drs. Syahrul, M.Si (Anggota) NIDN. 0029086110

Penelitian ini dibiayai oleh:
Dana DIPA Dirjen Dikti Kemendikbud
Sesuai dengan Surat Penugasan Pelaksanaan Hibah
Penelitian Skema Unggulan Perguruan Tinggi
Nomor: 023.04.1.673453/2015
Tanggal 14 Nopember 2014

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Nopember, 2015

LAPORAN TAHUNAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**PENGEMBANGAN BAHAN BAKAR *BIOETHANOL* DARI
TUMBUHAN TEBU *TIBARAU* DENGAN PENAMBAHAN
ZAT KAPUR KULIT KERANG UNTUK PENINGKATAN
ENERGI PANAS**

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

TIM PENELITI

**Drs. Hasanuddin, M.S (Ketua) NIDN. 0020055512
Hendri Nurdin, M.T (Anggota) NIDN. 0028027306
Dr. Waskito, M.T (Anggota) NIDN. 0008086109
Drs. Syahrul, M.Si (Anggota) NIDN. 0029086110**

**Penelitian ini dibiayai oleh:
Dana DIPA Dirjen Dikti Kemendikbud
Sesuai dengan Surat Penugasan Pelaksanaan Hibah
Penelitian Skema Unggulan Perguruan Tinggi
Nomor: 023.04.1.673453/2015
Tanggal 14 Nopember 2014**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Nopember, 2015**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI

Judul Penelitian : PENGEMBANGAN BAHAN BAKAR BIOETHANOL
DARI TUMBUHAN TEBU TIBARAU DENGAN
PENAMBAHAN ZAT KAPUR KULIT KERANG
UNTUK PENINGKATAN ENERGI PANAS

Kode / Nama Rumpun : 431 / Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)
Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : Drs. HASANUDDIN, MS.
B. NIDN : 0020055512
C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
D. Program Studi : Teknik Mesin
E. Nomor HP. : 085355637810
F. Alamat surel (e-mail) : sanquansing55@yahoo.com

Anggota Peneliti 1

A. Nama Lengkap : HENDRI NURDIN, MT
B. NIDN : 0028027306
C. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Anggota Peneliti 2

A. Nama Lengkap : Dr. WASKITO, MT.
B. NIDN : 0008086109
C. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Anggota Peneliti 3

A. Nama Lengkap : Drs. SYAHRUL, M.Si
B. NIDN : 0029086110
C. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,-
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 110.735.000,-

Mengetahui,
Dekan FT – UNP

Drs. Syahril, ST., MSCE., Ph.D
NIP. 196405061989031002

Padang, 25 - 11 - 2015

Ketua Peneliti,

Drs. Hasanuddin, MS.
NIP. 195505201980031005



Menyetujui,
Ketua Lemlit UNP Padang

Dr. Alwen Bentri, M.Pd
NIP. 196107221986021002

RINGKASAN

Upaya mendapatkan sumber energi yang dipandang tidak akan pernah habis (*renewable energy*) terus dilakukan, antara lain melalui pengembangan energi biomassa yang belakangan ini kian digalakkan. Salah satu sumber bahan baku energi ini adalah berasal dari bahan tumbuh-tumbuhan dimana potensinya tersedia cukup melimpah di Indonesia. Sebagai sumber bahan baku, aneka jenis tanaman dan tumbuhan tersebut dapat dikembangkan menjadi energi alternatif, dan dipercaya dapat diproduksi menjadi bahan bakar baik berupa bioetanol untuk pengganti premium, maupun biodiesel sebagai pengganti minyak solar. Di antara jenis tumbuhan dimaksud adalah **Tebu Tibarau** (*Saccarum Spontaneus.Linn*) yang termasuk keluarga dekat tanaman tebu budidaya (*Saccarum officinarum*), dimana tumbuhan ini dapat dijadikan kandidat bahan baku pengembangan energi biomassa, terutama pada proses pembuatan *bio ethanol*. Tujuan penelitian dan pengembangan ini adalah untuk memproduksi dan melakukan pengujian serta analisis terhadap bahan bakar bioethanol yang diproses melalui sistem distilasi “*dual-system*” model coil pipe condenser (feedstock system) and *coloum reflux (stages distilations system)*, dengan memanfaatkan hasil fermentasi substrat/bahan baku tebu Tibarau. Dalam Pengambilan dan penentuan kadar Brix untuk kebutuhan fermentasi pada kadar lebih besar dari 15 %. Dalam perlakuan ini hanya diambil 3 (tiga) kadar persentase, yaitu 10%, 20 % dan 30%. Sedangkan perlakuan temperatur juga pada 2 (dua) kondisi masing-masing pada ruang normal rata-rata $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $35\text{ }^{\circ}\text{C}$). Dari hasil penelitian diperoleh suatu temuan bioethanol yang dapat dijadikan bahan pencampur (mixed) untuk pengembangan bahan bakar campuran premium dan ethanol (Gasohol). Kadar alkohol dihasilkan sebanyak 40% pada kondisi Brix 30%. Metode kombinasi (cakupan) berupa pendekatan rekayasa teknik dan eksperimen laboratorium. Hasil distilasi dari fermentasi bahan dasar mengeluarkan produk berupa ethanol kasar (crude ethanol) yang memerlukan sejumlah perbaikan proses. Pengembangan sistem destilasi bioethanol dan peralatan fermentor dapat diaplikasikan pada tingkat lapangan terutama pada industri skala rumah tangga/UMKM.

Kata kunci: *Bio ethanol, tebu tibarau, potensi energi, destilasi, bahan bakar.*

PENGANTAR

Kegiatan penelitian dapat mendukung pengembangan ilmu pengetahuan serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian internal dari kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, baik yang secara langsung dibiayai dengan dana Universitas Negeri Padang, BOPTN maupun dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerja sama dengan Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI telah mendanai skema **Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi** yang berjudul *Pengembangan Bahan Bakar Bioethanol dari Tumbuhan Tebu Tibarau dengan Penambahan Zat Kapur Kulit Kerang untuk Peningkatan Energi Panas* atas nama Drs. HASANUDDIN, M.S, dibiayai oleh DIPA Dirjen Dikti Kemendikbud sesuai dengan Surat Penugasan Hibah Skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi melalui DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan nomor: 023.04.1.673453/ 2015 tanggal 14 November 2014.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan hasil penelitian. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Dikti Kemendikbud yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian tahun 2015. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerja sama yang baik dari Ditlitabmas, penelitian ini tidak dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan. Semoga hal yang demikian akan lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.



Padang, November 2015
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang

Dr. Alwen Bentri, M.Pd.
NIP. 19610722 198602 1 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah disampaikan kehadirat Allah SWT, karena berkat kodrat dan iradatNya jumlah laporan kemajuan dan pelaksanaan kegiatan penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan rencana.

Laporan Akhir Tahunan (Tahun pertama) adalah berupa sebuah pertanggung jawaban atas proses dan pelaksanaan penelitian pada Skim Penelitian Desentralisasi “*Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*” tahun anggaran 2015. Untuk itu, atas bantuan dan sumbangan finansial tersebut kami Tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DP2M DIKTI dan tim evaluator serta reviewer yang telah mempercayakan dan membantu merealisasikan rencana kegiatan penelitian kami, yang berjudul: “*Pengembangan Bahan Bakar Bioethanol Dari Tumbuhan Tebu Tibarau Dengan Penambahan Zat Kapur Kulit Kerang Untuk Peningkatan Energi Panas*”. Semoga ini merupakan awal dari kegiatan untuk memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.

Selanjutnya, terima kasih tak terhingga dari tim peneliti kepada Lembaga Penelitian UNP yang telah berkenan menerima dan memberikan kesempatan kepada kami melaksanakan kegiatan penelitian, semoga kinerja lembaga bersama segenap jajaran administrasi dan penelitiannya tetap berjaya, Amin!

Demikian laporan akhir tahunan skim penelitian PU-PT ini, semoga segala upaya yang dilakukan pada penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan khasanah bidang ilmu dan juga implementasi berkelanjutan yang dapat diterapkan oleh masyarakat banyak. Akhirul kalam, bak kata pepatah “Tiada Gading yang Tak Retak” untuk itu segala bentuk kritik membangun & kontribusi perbaikan demi kesempurnaan isi sangat dinantikan. Terima Kasih

Padang, 25 Nopember 2015
Atas nama tim pelaksana
Ketua,

Drs. Hasanuddin, MS.
NIP. 19550520 198003 1 005

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PENGANTAR	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Urgensi Penelitian dan Permasalahan yang Dihadapi	2
C. Orientasi Penelitian dan Pengembangan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Bahan Bakar Bio-Ethanol dan Teknologi Proses	5
B. Energi Biomassa dan Sumber Potensi Bahan Baku	7
C. Proses Pembakaran dan Energi Panas	10
D. Peta Jalan (<i>Roadmap</i>) Penelitian dan Hasil yang Telah Dicapai	12
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT	18
BAB 4 METODE PENELITIAN	20
A. Pendekatan Umum dan Cakupan Penelitian	20
B. Tahapan dan Metode Penelitian	20
C. Sistem Peralatan dan Teknologi Proses yang Ditawarkan	22
D. Indikator Capaian Hasil Dalam Pelaksanaan	24
BAB 5 HASIL YANG DICAPAI DAN DISKUSI	25
A. Gambaran Umum Keberadaan Tumbuhan Tebu Tibarau	25
B. Pengembangan Sistem Distilasi dan Fermentasi	26
C. Hasil Fermentasi dan Proses Penyulingan Bioethanol	36
D. Analisis Hasil Fermentasi dan Karakteristik Bioethanol	51
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	54
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

	hal.
Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Ethanol Hasil Fermentasi*)	51
Tabel 2. Sifat-Sifat Bioethanol	53

DAFTAR GAMBAR

	hal.
Gambar 1. Tebu Tibarau Tumbuh Liar Menjelai Di Pinggiran Sungai Desa Buaian-Pasa Usang-Kab. Padang Pariaman	8
Gambar 2. Tebu Tibarau yang akan Dibudidayakan, pada kantong Polybag	9
Gambar 3. Alat Bomb Calorimeter untuk Uji Calorific Value	12
Gambar 4. Batang Tebu Tibarau yang akan Direbus untuk Proses Fermentasi	13
Gambar 5. Proses Fermentasi Daun dan BatangTebu Tibarau	14
Gambar 6. Sketsa Proses Pembuatan Bioethanol	14
Gambar 7. Sari Jerami Daun dan Batang Tebu Tibarau Hasil Fermentasi	15
Gambar 8. Alat Destilasi Sederhana	15
Gambar 9. Bioethanol Hasil Destilasi Tahap Pertama	16
Gambar 10. Kulit Kerang/Tiram Sebagai Sumber Unsur Zat Kapur pada Proses Destilasi Bioethanol	17
Gambar 11. Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Prototype</i> Alat Distilasi	21
Gambar 12. <i>Bioethanol Destilation Plant Diagram</i>	22
Gambar 13. Diagram Alir Proses Pembuatan Bio Etanol Tebu Tebarau	23
Gambar 14. Areal Hamparan Tumbuhan Liar Tebu Tibarau Pada Daerah Lubuk Buaya Padang	25
Gambar 15. Peneliti sedang mengambil Tebu Tibarau	26
Gambar 16. Hasil Rancangan Sistem Penyulingan Bioethanol model Tradisional/condensor (<i>feedstock system</i>)	27
Gambar 17. Tungku Pembakaran Sistem Distilasi Bioethanol	28
Gambar 18. Ujicoba Pengoperasian Tungku Pembakaran	29
Gambar 19. Hasil Rekayasa Ketel untuk Destilasi Bioethanol	30
Gambar 20. Tetesan Cairan Kondensat pada Ujicoba sistem Destilasi bioethanol	31
Gambar 21. Pemasangan Gulungan Pipa Tembaga pada Tanki Kondensor	32
Gambar 22. Gambar Rancangan untuk Sistem Distilasi Model Kolom Refluks	33
Gambar 23. Serahi Kaca untuk Wadah Fermentasi Bioethanol	34
Gambar 24. Hasil Cincangan Tebu Tibarau dan Tumpukan Cincangan di Dalam Ketel siap untuk Direbus	34
Gambar 25. Sistem Distilasi Hasil Rekayasa dan Manufaktur dengan Metode <i>Feed Stock</i> dan <i>Reflux</i>	36
Gambar 26. Hasil Distilasi Tebu Tibarau dari Proses Fermentasi Awal	38
Gambar 27. Tepung Tebu Tibarau hasil Gilingan & Ayakan	40
Gambar 28. Tepung Tebu Tibarau ketika Proses Fermentasi <i>Pretreatment</i> Hidrolisis Basa/NaOH dan Tanpa NaOH	41
Gambar 29. Air Nira Tebu Tibarau Hasil Gilingan	44

Gambar 30.	Pengukuran Spesifik Gravity, SG Nira Tebu Tibarau	45
Gambar 31.	Diagram Alir Proses Brix dan Fermentasi Brix Tibarau	47
Gambar 32.	Penggilingan Tebu Tibarau untuk Perolehan Nira	
Gambar 33.	Pembuatan Brix dan Pengukuran Kadar Brix	48
Gambar 34.	Proses Fermentasi Brix Nira Tebu Tibarau	48
Gambar 35.	Hasil Distilasi Brix Berupa Crude Ethanol	50
Gambar 36.	Pengukuran Kadar Alkohol Hasil Fermentasi	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan

Lampiran 2. Personalia Tenaga Peneliti Beserta Kualifikasinya

Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Peneliti Dan Pembagian Tugas

Lampiran 4. Artikel Ilmiah