

No. Reg: 203080000033736

LAPORAN PENELITIAN



PEMANFAATAN DAN PENGELOLAAN ENERGI BARU TERBARUKAN DARI LIMBAH KULIT KOPI BERBASIS POTENSI MASYARAKAT DI KABUPATEN BENER MERIAH, ACEH

Ketua Peneliti

Muammar Yulian, M.Si

NIDN : 2030118401

ID Peneliti : 203011840110242

Anggota:

Riza Aulia Putra, ST., MT

Safrizal, M.Pd

David Marullah

Klaster	Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Program Studi
Bidang Ilmu Kajian	Kimia
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2020

PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
OKTOBER 2020

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY
TAHUN 2020**

1. a. Judul : Pemanfaatan Dan Pengelolaan Energi Baru
Terbarukan Dari Limbah Kulit Kopi Berbasis Potensi
Masyarakat Di Kabupaten Bener Meriah, Aceh
- b. Klaster : Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Prodi
- c. No. Registrasi : 20308000033736
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Kimia

2. Peneliti/Ketua Pelaksana
 - a. Nama Lengkap : Muammar Yulian, M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Pria
 - c. NIP^(Kosongkan bagi Non PNS) : 198411302006041002
 - d. NIDN : 2030118401
 - e. NIPN (ID Peneliti) : 203011840110242
 - f. Pangkat/Gol. : Penata / (III/c)
 - g. Jabatan Fungsional : Lektor
 - h. Fakultas/Prodi : Tarbiyah Dan Keguruan/ Pendidikan Kimia

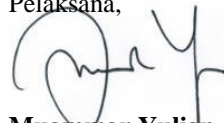
 - i. Anggota Peneliti 1
 - Nama Lengkap : Riza Aulia Putra, ST., MT
 - Jenis Kelamin : Pria
 - Fakultas/Prodi : Teknik/ Arsitektur
 - j. Anggota Peneliti 2 ^(Jika Ada)
 - Nama Lengkap : Safrizal, M.Pd
 - Jenis Kelamin : Pria
 - Fakultas/Prodi : Tarbiyah Dan Keguruan/ Pendidikan Kimia

3. Lokasi Kegiatan : Bener Meriah
4. Jangka Waktu Pelaksanaan : 7 (Tujuh) Bulan
5. Tahun Pelaksanaan : 2020
6. Jumlah Anggaran Biaya : Rp. 60.000.000,-
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry B. Aceh Tahun 2020
8. *Output dan Outcome* : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Dr. Anton Widyanto, M. Ag.
NIP. 197610092002121002

Banda Aceh, 14 September 2020
Pelaksana,



Muammar Yulian, M.Si
NIDN.2030118401

Menyetujui:
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Prof. Dr. H. Warul Walidin AK., MA.
NIP. 195811121985031007

PERNYATAAN

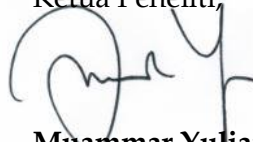
Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : **Muammar Yulian, M.Si**
NIDN : 2030118401
Jenis Kelamin : Pria
Tempat/ Tgl. Lahir : Lhokseumawe, 30 November 1984
Alamat : Lambiheu Siem, Kec. Darussalam, Aceh
Besars
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan
Kimia

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: **“Pemanfaatan Dan Pengelolaan Energi Baru Terbarukan Dari Limbah Kulit Kopi Berbasis Potensi Masyarakat Di Kabupaten Bener Meriah, Aceh”** adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian pada klaster Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Prodi yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2020. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 14 September 2020
Saya yang membuat pernyataan,
Ketua Peneliti,



Muammar Yulian, M.Si
NIDN.2030118401

Pemanfaatan Dan Pengelolaan Energi Baru Terbarukan Dari Limbah Kulit Kopi Berbasis Potensi Masyarakat Di Kabupaten Bener Meriah, Aceh

Ketua Peneliti:

Muammar Yulian, M.Si

Anggota Peneliti:

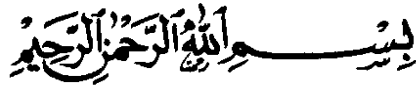
Riza Aulia Putra ST., MT , Safrijal, M.Pd, David Marullah

Abstrak

Energi merupakan salah satu kebutuhan primer dalam mendukung berbagai aktivitas yang kita lakukan. Sebagian besar energi yang kita manfaatkan tersebut bersumber dari energi fosil. Sumber energi fosil ini diketahui terbatas dan kurang ramah lingkungan, sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif atau dikenal dengan energi baru terbarukan (EBT) seperti bioetanol. Limbah kulit kopi merupakan produk samping (by product) dari industri pengolahan kopi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber EBT. Melalui pengabdian berbasis riset ini diharapkan masyarakat dapat memanfaatkan dan mengolah limbah kulit kopi secara lebih optimal dari sebelumnya hanya menjadi pupuk kompos menjadi sesuatu yang memiliki nilai tambah seperti bioetanol. Pengabdian ini dilakukan di Desa Mupakat Jadi Kecamatan Bukit sebagai salah satu desa sentra penghasil kopi di Kabupaten Bener Meriah. Proses pengolahan limbah kulit kopi ini dilakukan dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dan dilakukan sesuai dengan prosedur laboratorium yang telah dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menjadi prosedur yang sederhana dan mudah diaplikasikan oleh masyarakat umum. Limbah kulit kopi hasil penggilingan kopi dikeringkan dan dihaluskan untuk memperbesar luas permukaan sampel. Limbah kulit kopi yang telah dihaluskan selanjutnya dihidrolisis dengan asam cuka (CH_3COOH) dan difermentasi selama 5 hari di dalam wadah yang tertutup rapat dengan menggunakan starter ragi roti. Hasil fermentasi selanjutnya didestilasi pada suhu 78°C sehingga diperoleh bioetanol.

Kata Kunci: *Limbah kulit kopi; Bioetanol; Fermentasi*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan ke pangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Pemanfaatan dan Pengelolaan Energi Baru Terbarukan dari Limbah Kulit Kopi Berbasis Potensi Masyarakat di Kabupaten Bener Meriah, Aceh”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Bapak Kepala Desa (Reje) Desa Mupakat Jadi Kecamatan Bukit Kabupaten Bener Meriah;
5. Koordinator Laboratorium Kimia Prodi Pendidikan Kimia FTK UIN Ar-Raniry ;
6. Bapak Riza Aulia Putra, MT, Bapak Safrijal dan David Marullah sebagai anggota peneliti dan tim lapangan yang telah banyak membantu dalam kegiatan pengabdian ini;
7. Para pelaku usaha penggilingan kopi di Desa Mupakat Jadi Kecamatan Bukit Kabupaten Bener Meriah

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh,
Ketua Peneliti,

Muammar Yulian, M.Si

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN.....	
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Pengabdian.....	3
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Tanaman Kopi.....	4
B. Potensi Kopi di Kabupaten Bener Meriah.....	6
C. Limbah Kulit Kopi	8
D. Energi Baru Terbarukan.....	10
E. Bioetanol.....	13
F. Fermentasi.....	15
G. PAR (<i>Partisipatory Action Research</i>)	18
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Pengabdian	28
B. Alat dan Bahan	28
C. Rancangan Pengabdian.....	28
D. Pemetaan dan Penentuan Lokasi Penelitian	29
E. Metode Pedampingan	29
F. Teknik Pembuatan Bioetanol	30
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Survey dan Pemetaan Lokasi Penelitian.....	31
B. Penyiapan Alat	32
C. FGD Tentang Program Pengabdian yang Akan Dilakukan Bersama Masyarakat/ Kelompok Masyarakat	33

D. Pengolahan Limbah Kulit Kopi Menjadi Bioetanol	36
E. Pengolahan Limbah Kulit Kopi di Desa Mupakat Jadi	39
F. Implementasi Pemanfaatan Bioetanol.....	43
BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	44
B. Saran-saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	
BIODATA PENELITI	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Kopi	04
Gambar 2.2	Limbah Kulit Kopi Hasil Penggilingan.....	08
Gambar 4.1	Kantor Pemerintah Kampung	24
Gambar 4.2	Penggilingan Kopi Gelondong	25
Gambar 4.3	Limbah Kulit Kopi	26
Gambar 4.5	FGD	36
Gambar 4.6	Proses Fermentasi dan Destilasi	38
Gambar 4.7	Uji Coba Bioetanol	40
Gambar 4.8	Jalur Fermentasi Bioetanol	42

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi yang memiliki peran yang sangat urgen dalam pencapaian tujuan pembangunan nasional di segala bidang. Secara umum, seluruh sarana dan prasarana penunjang kehidupan manusia digerakkan oleh energi. Namun demikian sampai saat ini, sebagian besar sumber energi sebagai penggerak roda perekonomian tersebut masih dipasok dari energi fosil (*fossil fuel*) yang merupakan sumber energi yang terbatas dan kurang ramah lingkungan. Penggunaan energi fosil tersebut diantaranya dapat menyebabkan semakin banyaknya produksi gas karbon dioksida (CO₂) dan membuat udara dan iklim menjadi tidak sehat sebagaimana mestinya.

Indonesia sebagai negara tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati memiliki potensi yang sangat besar untuk pengembangan bioenergi sebagai alternatif sumber energi baru terbarukan (Jones, *et al.*, 2011). Salah satu sumber energi baru terbarukan (EBT) yang dapat dimanfaatkan yaitu limbah kulit kopi, yang banyak terdapat di Kabupaten Bener Meriah. Kabupaten Bener Meriah merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Aceh yang terletak di dataran tinggi Gayo dan dikenal sebagai salah satu daerah sentra penghasil kopi di Aceh dan Indonesia umumnya. Luas kebun kopi di kabupaten ini mencapai 48, 95 ribu hektar dengan produksi kopi pada tahun 2019 mencapai 2, 88 ribu ton (BPS, 2020). Perkebunan tanaman kopi tersebar di seluruh kecamatan dengan luas tanam berkisar antara 0,34 hingga 9,64 ribu hektar. Kecamatan Bukit merupakan salah satu kecamatan di kabupaten Bener Meriah yang menunjukkan pertumbuhan luas lahan perkebunan kopi secara signifikan, dari sebelumnya hanya seluas 3, 71 ribu hektar di tahun 2018 meningkat menjadi 6,15 ribu hektar di tahun 2019 (meningkat ±66%).

Adapun kecamatan yang memiliki areal perkebunan kopi yang lebih luas dari kecamatan lainnya di Kabupaten Bener Meriah adalah Kecamatan Pertama dengan luas perkebunan kopi 9, 64 ribu hektar.

Potensi tumbuhan sebagai salah satu sumber EBT telah dijelaskan dalam Al-Quran seperti dalam QS. Yaasin ayat 80.

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِّنْهُ تُوقِدُونَ

Artinya: "yaitu (Allah) yang menjadikan api untukmu dari kayu yang hijau, maka seketika itu kamu nyalakan (api) dari kayu itu." (Q.S. Yaasin:80)

Pemilihan kata "*akhdhar*" ('hijau') pada ayat tersebut mengarah kepada "klorofil", senyawa kimia yang terdapat pada lapisan daun yang berperan penting dalam proses fotosintesis pada tumbuhan (Syihab, 2002).

Potensi Kabupaten Bener Meriah sebagai salah satu sentra utama penghasil kopi juga menyisakan masalah lainnya seperti produksi limbah buah kopi yang tentunya juga meningkat, berbanding lurus dengan peningkatan produksi kopi. Proses pengolahan kopi diketahui akan menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi (Saisa dan Syabriana, 2017). Sementara menurut Simanihuruk *et al.* (2010), proporsi kulit kopi yang dihasilkan dalam pengolahan cukup besar, yaitu 40-45%. Namun demikian, limbah kulit kopi yang dihasilkan dari proses pengolahan kopi di Kabupaten Bener Meriah diketahui selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah kulit kopi tersebut cenderung hanya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos. Padahal berdasarkan komponen senyawa kimia yang terdapat dalam limbah kulit kopi, kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai sumber EBT yaitu bioetanol. Canaki & Gerpen (2001), menyatakan bahwa kulit kopi memiliki kandungan minyak yang terdiri dari komponen utama triglesirida sebanyak 81,3 % yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel seperti bioetanol. Potensi kulit kopi sebagai bahan baku biodiesel

juga diungkapkan oleh Mukhriza (2010), yang melakukan studi mengenai potensi kulit kopi dan biji kopi kualitas rendah sebagai sumber bioenergi. Pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol dengan menggunakan medium fermentasi yaitu *saccharomyces cerevisiae* dan *zimomonas mobilis* diketahui mampu menghasilkan bioetanol sebesar 8% v/v (Saisa dan Syabriana, 2018).

Belum optimalnya pemanfaatan dan pengolahan limbah kulit kopi yang dihasilkan dari usaha pengolahan biji kopi pada masyarakat di kabupaten Bener Meriah, telah mendorong untuk dilakukannya suatu inovasi yang dapat meningkatkan manfaat dan nilai jual dari limbah kulit kopi tersebut. Hal ini juga didukung dengan kebijakan strategis pemerintah di bidang energi melalui penguatan riset dan pengabdian sebagai upaya pemenuhan kebutuhan energi masyarakat.

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang masalah di atas, perlu dilakukan program pengabdian tentang “Pemanfaatan dan Pengelolaan Energi Baru Terbarukan dari Limbah Kulit Kopi Berbasis Potensi Masyarakat di Kabupaten Bener Meriah, Aceh.” Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang akan dilakukan ini diharapkan dapat meningkatkan peran dan kontribusi perguruan tinggi dalam program pengembangan dan pembinaan masyarakat, baik untuk meningkatkan kesejahteraan maupun kemandirian dan kedaulatan masyarakat di bidang energi berdasarkan pada potensi di daerah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah pada kegiatan pengabdian ini adalah:

1. Bagaimanakah proses pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol sebagai salah satu sumber EBT di Kabupaten Bener Meriah?

2. Apakah masyarakat di desa Mupakat Jadi Kabupaten Bener Meriah berpartisipasi aktif dalam mempraktikkan pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol?

C. Tujuan Pengabdian

1. Masyarakat mengetahui potensi limbah kulit kopi sebagai salah satu sumber EBT dalam bentuk bioetanol;
2. Masyarakat dapat memahami dengan baik dan dapat mempraktikkan pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol.

BAB II LANDASAN TEORI

A. Tanaman Kopi

1. Morfologi Tanaman Kopi

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah komoditas perkebunan yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Tanaman kopi digolongkan ke dalam genus *Coffea* keluarga *rubiaceae* yang bijinya berkeping dua. Umumnya tanaman kopi hanya di dimanfaatkan bijinya untuk di ekstrak sebagai minuman, sebahagian besar kopi yang diperdagangkan secara global adalah kopi arabika dan robusta. Tanaman kopi arabika dan kopi robusta ini merupakan jenis kopi yang sangat terkenal di pasaran. Kopi Indonesia tersebar banyak di daerah-daerah di Indonesia. Faktor tanah ketinggian dan kelembapan menjadi perhitungan.

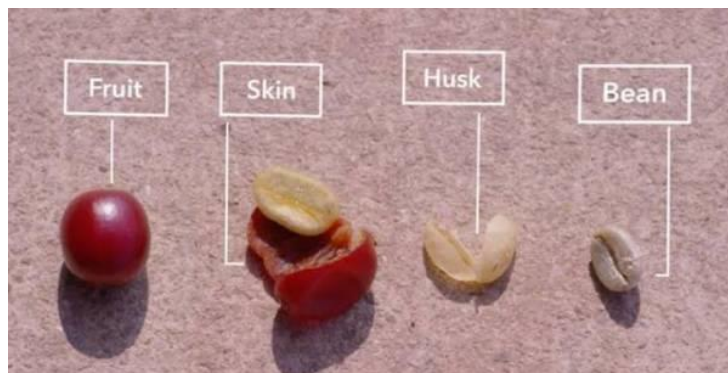


Gambar 2.1 Tanaman Kopi

Sumber : <https://manado.tribunnews.com/2019/08/14/mengenal-4-jenis-tanaman-kopi-di-indonesia>

Tanaman kopi membutuhkan waktu 3 tahun dari saat perkecambahan sampai menjadi tanaman berbunga dan menghasilkan buah kopi. Semua spesies kopi berbunga berwarna putih yang beraroma wangi. Bunga tersebut muncul pada ketiak daunnya. Adapun buah kopi tersusun dari kulit buah

(*epicarp*), daging buah (*mesocarp*) atau dikenal dengan sebutan *pulp*. Dan kulit tanduk (*endocarp*), buah terbentuk akan matang selama 7-12 bulan. Setiap buah kopi memiliki dua biji kopi. Buah dan biji kopi liberika sangat besar. Biji kopi dibungkus kulit keras disebut kulit tanduk (*parchment skin*). Biji mempunyai alur pada bagian datarnya.



Gambar 2.2 Morfologi Buah dan Kulit Kopi

Sumber: <https://www.bulelengkab.go.id/detail/artikel/pemanfaatan-limbah-kulit-kopi>

Berdasarkan gambar di atas nampak terlihat jelas bahwa buah kopi memiliki beberapa lapisan kulit, kulit luar dan dalam. Dan kulit tersebut oleh masyarakat di Kabupaten Bener Meriah hanya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos dan pakan ternak, kulit kopi dihasilkan dari penggilingan buah kopi yang sudah dipanen yang memiliki ciri kulit berwarna kemerahan.

Morfologi tanaman kopi sangat penting untuk diketahui struktur dan fungsinya dengan tujuan agar pada saat di lahan atau turun langsung ke lapang dapat mengetahui secara jelas dan mengerti bagaimana stuktur serta kegunaan bagian dari tanaman kopi tersebut, sehingga memudahkan dalam mengolah dan merawat tanaman kopi. Perawatan tanaman kopi dimulai dari pemupukan, pemangkasan serta wiwilan. Perawatan tersebut sangat berkaitan dengan organ dan bagian tanaman yang dapat berproduksi dengan baik sehingga pengetahuan mengenai morfologi ini sangat penting.

Menurut Liang and Kits (2014), tanaman kopi kaya akan antioksidan di mana memiliki manfaat yang baik bagi tubuh tanaman kopi juga memiliki kandungan protein yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Kandungan yang kaya pada kopi terletak pada biji tanaman kopi. Tanaman kopi memiliki biji di mana biji tanaman kopi akan berubah menjadi warna merah ketika sudah matang sedangkan biji bagian dalam dari tanaman kopi memiliki warna kuning kecoklatan. Biji tanaman kopi yang dikonsumsi manusia sendiri memiliki beberapa kandungan penting di dalamnya seperti selulosa, lipid, gula, mineral, dan polifenol. Kandungan yang kompleks dalam biji kopi memiliki manfaat ketika dikonsumsi dengan cara dan kebutuhan yang tepat (Adepoju *et al.*, 2017). Adapun kandungan nutrisi pada kopi berdasarkan jenisnya disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Kopi Berdasarkan Jenisnya

Kandungan	Arabika		Robusta	
	Green	Roasted	Green	Roasted
Kafein	0,9 – 1,2	1	1,6 – 2,4	2
Mineral	3 – 4,2	3,5 – 4,5	4 – 4,5	4,6 – 5
Trigonelline	1 – 1,2	0,5 – 1	0,6 – 0,75	0,3 – 0,6
Lemak	12 – 18	14,5 – 20	9 – 13	11 – 16
Asam alifatis	1,5 – 2	1 – 1,5	1,5 – 1,2	1 – 1,5
Asam amino	2	0	-	-
Protein	11 – 13	13 – 15	-	13 – 15
Humic acid	16 – 17	16 – 17	-	16 – 17
Total chologenic acid	5,5 – 8	1,2 – 2,3	7 – 10	3,9 – 6

2. Taksonomi Tanaman Kopi

Tanaman kopi termasuk dalam genus *Coffea* dengan famili *Rubeaceae*, famili tersebut memiliki banyak genus, yaitu *Gardenia*, *Ixora*, *Cinchona*, dan *Rubia*. Genus *Coffea* mencakup hampir 70 spesies, tetapi hanya ada dua spesies yang ditanam dalam skala luas di seluruh dunia, yaitu kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea canephora var. robusta*). Sementara itu, sekitar

2% dari total produksi dunia dari dua spesies kopi lainnya, yaitu kopi liberika (*Coffea liberica*) dan kopi ekselsa (*Coffea excelsa*) yang ditanam dalam skala terbatas, terutama di Afrika Barat dan Asia.

Meskipun kopi merupakan tanaman tahunan, tetapi umumnya memiliki perakaran yang dangkal. Tanaman kopi yang berasal dari bibit semaian memiliki akar tunggang sedangkan tanaman kopi yang berasal dari setek, cangkok atau okulasi tidak memiliki akar tunggang. Panjang akar tunggang \pm 45-50 cm dimana terdapat 4-8 akar samping yang menurun ke bawah. Terdapat juga akar cabang samping yang panjangnya 1-2 meter horizontal sedalam \pm 30 cm talang (Budiman, 2015). Perakaran kopi arabika lebih dalam daripada kopi robusta. Oleh karena itu, kopi arabika lebih tahan kering dibandingkan dengan kopi robusta. Tanaman dapat berakar lebih dalam pada tanah normal, tetapi 90% dari perakaran tanaman kopi berada pada lapisan tanah di atas 30 cm.

Batang tanaman kopi dapat berkembang secara pesat di mana tanaman kopi dapat berkembang pada bagian cabangnya hingga beruas ruas di mana nantinya jika tidak dilakukan perawatan maka cabang-cabang pada tanaman kopi akan merugikan produksi tanaman kopi itu sendiri. Tanaman kopi dapat tumbuh secara maksimal ketika daun mendapatkan sinar matahari yang baik oleh sebab itu cabang-cabang pada tanaman kopi yang tidak memberikan manfaat akan lebih baik jika dilakukan pemotongan hal ini dikarenakan cabang kopi yang berantakan dapat menutupi masuknya sinar matahari dengan baik. Penting bagi tanaman kopi untuk mendapatkan cahaya matahari secara sempurna agar produksi tanaman kopi menjadi maksimal (Mulyono dkk., 2016).

Kopi yang memiliki perbedaan dalam jumlah penerimaan cahayanya akan berdampak pada pertumbuhan kopi itu sendiri. Daun kopi merupakan bagian utama pada kopi yang terkena dampak pertama ketika mendapatkan cahaya matahari yang berbeda. Struktur dan fungsi dari tanaman kopi itu

sendiri dapat berubah karena kurangnya serapan cahaya matahari yang di terima oleh daun salah satunya adalah tidak maksimalnya fotosintesis pada daun (Baliza *et al.*, 2012). Produksi kopi di pengaruhi oleh faktor luar hal ini di karnakan tanaman kopi memerlukan bantuan angin ketika melakukan penyerbukan sehingga jika angin atau cuaca tidak dapat berjalan dengan baik pertemuan putik dan benang sari akan gagal sehingga pembuahan pada tanaman kopi tidak dapat terjadi (Merry dkk., 2015).

Kopi merupakan tanaman yang sangat membutuhkan perhatian pada kondisi lingkungan di mana kopi harus memiliki kondisi lingkungan yang tepat agar tanaman kopi dapat tumbuh dan memiliki produksi yang baik. Kopi memiliki sarat tumbuh lain agar menghasilkan produksi yang maksimal yaitu ketinggian lahan yang akan di gunakan sebagai lahan pertanaman kopi. Curah hujan juga sangat penting bagi kelangsungan tumbuh baiknya sebuah tanaman kopi apabila kopi mendapatkan karakteristik yang tepat pada tempat pertumbuhannya maka tanaman kopi akan berproduksi secara baik (Rr Ermawati dkk., 2008).

Pada umumnya, tanaman kopi berbunga setelah berumur sekitar dua tahun. Jumlah bunga yang banyak akan keluar dari ketiak daun pada cabang primer. Tanaman kopi yang sudah cukup dewasa dan dipelihara dengan baik dapat menghasilkan ribuan bunga. Bunga tersusun dalam kelopak, masing-masing terdiri dari 4-7 kuntum bunga.

Unsur hara memegang peranan yang sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Jenis unsur hara yang berperan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi, yaitu Nitrogen (N), Posfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Seng (Zn), dan Boron (B). Kekurangan unsur hara akan berakibat buruk bagi tanaman. Gejala yang timbul secara visual dapat dilihat pada daun. Manfaat setiap unsur hara tanah terhadap karakter vegetatif dan generatif tanaman kopi

serta gejala yang ditimbulkan akibat dari kekurangan unsur hara tersebut sebagai berikut:

- 1) Nitrogen (N), bermanfaat pada pembentukan klorofil dan penyerapan air. Kekurangan unsur ini berakibat daun luruh, menguning, dan menggulung (dimulai dari daun tua) serta pucuk mengalami kematian.
- 2) Posfor (P), unsur ini berperan dalam proses fotosintesis, respirasi, penyimpanan energi, dan pembelahan sel. Akibat yang ditimbulkan dari kekurangan P, yaitu pertumbuhan terhambat dan daun memucat, dimulai dari daun muda.
- 3) Kalium (K) adalah unsur hara yang berperan dalam proses fotosintesis dan sintesa protein. Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan unsur hara ini adalah warna daun memudar dan terjadi nekrosis (bercak cokelat) pada ujung daun.
- 4) Kalsium (Ca), keberadaan unsur ini dapat merangsang pertumbuhan akar dan daun serta mempengaruhi penyerapan unsur hara lainnya. Kekurangan Ca berakibat daun menguning, dimulai dari bagian tengah sampai ke tepi daun.
- 5) Magnesium (Mg), merupakan elemen pusat klorofil yang sangat berperan dalam proses fotosintesis. Gejala yang ditimbulkan akibat dari kekurangan unsur hara ini adalah terjadinya perubahan warna daun dari hijau menjadi cokelat/perunggu, dimulai dari bagian tengah sampai bagian tepi daun.
- 6) Besi (Fe), berperan aktif sebagai katalis dalam pembentukan klorofil. Berkurangnya unsur Fe menyebabkan terjadinya perubahan warna daun menjadi kuning keputihan dengan urat daun berwarna hijau, dimulai dari daun muda.
- 7) Seng (Zn), adalah unsur hara yang dibutuhkan dalam pembentukan klorofil dan produksi gula. Kekurangan unsur ini menyebabkan daun

muda mengalami perubahan bentuk (mengecil) dan warnanya menguning.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa tanaman kopi membutuhkan perawatan dan unsur hara yang cukup agar dapat menghasilkan tanaman kopi yang berkualitas.

3. Panen Kopi

Panen kopi adalah suatu kegiatan pengambilan buah-buah kopi yang merah dari tangkainya atau dalam bahasa Gayo disebut "mungutip", sedangkan pasca panen adalah serangkaian kegiatan yang meliputi sortasi atau pembersihan, pengupasan, fermentasi, pencucian, pengeringan, pengemasan dan transportasi dari produksi kopi. Cara melakukan pemanenan kopi merupakan salah satu penentu kualitas kopi yang dihasilkan, buah kopi yang dipetik hanya buah merah saja, hindari pemetikan buah yang masih hijau atau kuning.

Tanaman kopi sudah mulai berbuah pada umur 2,5-3 tahun untuk robusta dan 3-4 tahun untuk arabika. Namun buah kopi pertama biasanya hanya sedikit. Produktivitasnya mulai naik maksimal setelah berumur 5 tahun ke atas. Jenis arabika dan robusta berbuah secara musiman. Robusta memerlukan waktu 8-11 bulan dari mulai kuncup hingga matang. Sedangkan arabika memerlukan waktu 6-8 bulan. Jenis kopi lain seperti liberika bisa berbuah sepanjang tahun.

Tingkat kematangan buah kopi tidak terjadi secara serentak. Sehingga proses pemanenan memerlukan waktu yang lama. Musim panen kopi di Indonesia biasanya dimulai pada bulan Mei/Juni dan berakhir sekitar Agustus/September. Periode panen raya berlangsung 4-5 bulan dengan frekuensi pemetikan buah kopi bisa setiap 10-14 hari sekali.

Ciri-ciri buah kopi yang telah matang bisa dilihat dari warna kulitnya. Buah kopi yang paling baik untuk dipanen adalah yang telah matang penuh, berwarna merah. Namun karena berbagai alasan, para petani sering memanen buah yang masih berwarna kuning bahkan hijau.



Gambar 2.3 Buah Kopi yang Siap untuk di Panen

Sumber : <https://alamtani.com/buah-kopi/online>

Setiap tingkat kematangan menghasilkan karakteristik kopi yang berlainan. Berikut ini karakteristik buah kopi dilihat dari tingkat kematangannya:

- a. Warna hijau dan hijau kekuningan. Warna ini menandakan kondisi buah kopi masih muda. Apabila dipetik bijinya berwarna pucat keputihan dan keriput. Aroma dan postur (*body*) yang dihasilkan masih sangat lemah. Buah seperti ini tidak disarankan untuk tidak dipetik.
- b. Warna kuning kemerahan, menunjukkan sudah mulai matang. Aroma dan posturnya mulai terasa mantap. Bijinya berwarna keabu-abuan. Buah seperti ini sudah boleh untuk dipetik.
- c. Warna merah penuh, menunjukkan buah telah matang sempurna. Aroma dan citarasanya telah terbentuk dengan mantap. Keadaan buah seperti ini merupakan kondisi paling baik untuk dipetik.

- d. Warna merah tua, menandakan buah sudah kelewat matang. Bijinya berwarna coklat dan kehitaman. Aroma dan posturnya mulai menurun, terkadang mengeluarkan citarasa seperti bau tanah (*earthy*). Buah seperti ini harus sudah dipetik.

Selain warna kulit, untuk menentukan kematangan buah kopi bisa diketahui dari kandungan senyawa gula yang terdapat pada daging buah. Kopi yang telah matang memiliki kandungan senyawa gula relatif tinggi pada daging buahnya. Pada buah yang telah matang, daging buah lunak dan berlendir serta terasa manis.

Pada tanaman kopi arabika, buah kopi yang telah matang cenderung mudah rontok. Apabila dibiarkan jatuh ke tanah, buah tersebut akan menyerap bau-bauan di atas tanah yang bisa menurunkan mutu kopi. Sehingga dianjurkan untuk segera memetik buah kopi arabika begitu terlihat berwarna merah penuh.

Buah kopi tidak dipanen serentak, proses pemetikan dilakukan secara bertahap. Berikut ini beberapa cara pemetikan buah kopi:

- a. Pemetikan selektif. Pemetikan dilakukan hanya pada buah yang telah berwarna merah penuh atau telah matang sempurna. Sisanya dibiarkan untuk pemetikan selanjutnya.
- b. Pemetikan setengah selektif. Pemetikan dilakukan pada semua buah dalam satu dompol. Syaratnya dalam dompolan tersebut terdapat buah yang telah berwarna merah penuh.
- c. Pemetikan serentak atau petik racutan. Pemetikan dilakukan terhadap semua buah kopi dari semua dompolan, termasuk yang berwarna hijau dipetik habis. Biasanya pemetikan seperti ini dilakukan diakhir musim panen.
- d. Lelesan. Pemanenan dengan cara memungut buah kopi yang gugur berjatuhan di tanah karena sudah kelewat matang.

Untuk menjaga produktivitas tanaman kopi, pemetikan harus dilakukan dengan cara yang benar. Cabut buah secara vertikal agar tidak merusak tangkai buah, sehingga akan tumbuh kembali buah pada tangkai tersebut. Memetik buah kopi dengan cara merampas tidak dianjurkan karena bisa merusak tangkai. Pada tahap ini, buah kopi disortir berdasarkan kualitasnya. Pisahkan buah kopi dari kotoran, buah yang cacat dan buah berpenyakit. Kemudian pilah buah yang merah dan mulus (buah superior) dari buah yang masih kuning atau hijau (buah inferior). Pemisahan ini nantinya akan menentukan grade kualitas mutu kopi. Buah kopi yang telah disortasi harus segera diolah jangan disimpan terlalu lama. Penundaan pengolahan bisa memicu reaksi kimia yang akan menurunkan mutu kopi. Untuk mengetahui lebih jauh mengenai cara mengolahnya.

Berdasarkan penjelasan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa panen merupakan pekerjaan akhir dari budidaya tanaman (bercok tanam), tapi merupakan pekerjaan awal dari pasca panen yaitu melakukan persiapan untuk penyimpanan dan pemasaran. Komoditas yang dipanen tersebut selanjutnya akan melalui jalur-jalur tataniaga sampai berada ditangan konsumen. Panjang pendeknya jalur tataniaga sampai berada di tangan konsumen. Panjang pendeknya tataniaga tersebut menentukan tindakan panen yang bagaimana yang sebaliknya dilakukan. Pada dasarnya yang dituju pada perlakuan panen adalah mengumpulkan komoditas dari lahan penanaman, pada taraf kematangan yang tepat, dengan kerusakan yang minimal, dan dilakukan secepat mungkin dengan biaya yang relatif rendah.

Tanaman kopi yang dirawat dengan baik sudah dapat di produksi pada umur 2,5 sampai 3 tahun, tergantung iklim dan jenisnya . panen dilakukan secara bertahap hal ini dilakukan karena keluarnya bunga tidak serempak. Pemanenan buah dilakukan 3 tahapan. Tahap pertama pemetikan pendahuluan, pemetikan pendahuluan dilakukan untuk buah yang sudah matang sebelum waktunya. Selanjutnya petik merah, petik merah dilakukan

saat panen raya berlangsung, Buah yang dipetik adalah buah yang berwarna merah. Yang terakhir adalah petik hijau, petik hijau atau racutan dilakukan dengan memetik semua buah yang tersisa di sekitar pohon 10%. Pemanenan dilakukan dengan memetik semua buah yang tersisa, baik yang merah maupun yang hijau. Setelah dipetik, buah yang berwarna merah dipisahkan dari buah yang berwarna hijau. Umumnya untuk memanen buah kopi diperlukan alat yang sederhana, alat yang dibutuhkan berupa keranjang bambu yang berukuran kecil atau tas daun pandan yang mudah dibawa. Untuk tanaman yang tinggi dan tidak terjangkau oleh tangan, digunakan alat berupa tangga (berkaki tiga atau empat). Buah di petik satu persatu dengan tangan, kemudian dimasukkan ke dalam keranjang. Buah yang berwarna lain di tempatkan dalam wadah yang berbeda. Selanjutnya, buah dibawa ke tempat penimbangan atau pengolahan untuk ditangani lebih lanjut (Suwanto 2012:139).

Pengolahan pasca panen menurut (Syakir 2012:41) kopi meliputi beberapa tahapan diantaranya yaitu:

a. Sortasi kopi.

Sortasi atau pemilihan biji kopi dimaksudkan untuk memisahkan biji yang masak serta seragam dari buah yang cacat/pecah, kurang seragam dan terserang hama penyakit. Sortasi juga dimaksudkan untuk pembersihan dari ranting, Daun kerikil lainnya.

b. Pengupasan kulit

Proses pengolahan basah diawali dengan pengupasan kulit buah dengan mesin pengupas (pulper) tipe selinder untuk kemudian menghasilkan biji kopi yang masih terbungkus kulit tanduk kopi, pengupasan kulit buah berlangsung di antara permukaan roda mesin yang berputar yang berbentuk tajam, kemudian kopi yang telah dikupas akan di tampung dalam bejana khusus untuk di fermentasi.

c. Permentasi biji

Fermentasi diperlukan untuk menyingkirkan lapisan lendir pada kulit tanduk kopi. permentasi dilakukan biasanya pada pengolahan kopi arabika, untuk mengurangi rasa pahit dan mempertahankan cita rasa kopi. permentasi dapat dilakukan dengan cara merendam biji kedalam air selama 12-36 jam. Selama proses permentasi lendir yang melekat pada kulit tanduk kopi akan luruh secara perlahan dan terpisah dari biji kopi. setelah proses permentasi selesai akan dilanjutkan proses pencucian kopi.

d. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sisa lendir hasil permentasi yang masih menempel pada kulit tanduk kopi. untuk kapasitas kecil, pencucian dapat dilakukan secara manual di dalam bak atau ember, sedangkan untuk kapasitas besar perlu dibantu dengan mesin. Setelah pencucian selsai kopi yang telah di cuci akan langsung dikeringkan.

e. Pengeringan kopi

Pengeringan biji kopi dilakukan dengan suhu antara 45-50 drajat calcius sampai tercapai kadar air maksimal sekitar 12,5%. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi dapat merusak cita rasa kopi. peroses pengeringan bertujuan mengurangi kandungan air dalam biji kopi. pengeringan pada kada air 12% akan aman untuk dikemas dan disimpan di gudang pada kondisi lingkungan yang beriklim tropis.

Scara umum proses pengolahan kopi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu, proses pengolahan kopi secara basah, dan proses pengolahan secara kering.

1. Proses Basah

Proses basah sering dipakai untuk mengolah kopi arabika. Alasannya, karena kopi jenis ini dihargai cukup tinggi. Sehingga biaya pengolahan yang dikeluarkan masih sebanding dengan harga yang akan diterima. Berikut tahapan untuk mengolah kopi dengan proses basah.

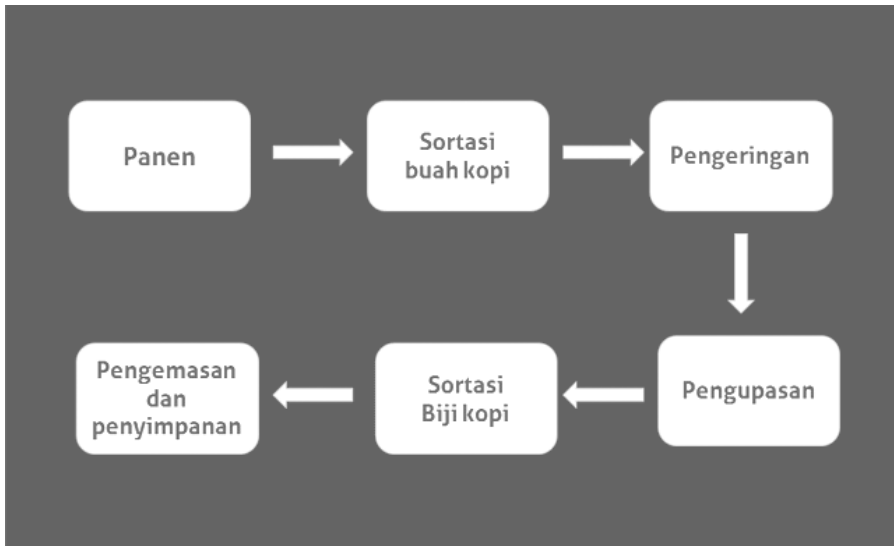


Gambar 2.4 Skema Proses Pengolahan Kopi Secara Basah

Sumber : <https://alamtani.com/biji-kopi/>

2. Proses Kering

Proses kering lebih sering digunakan untuk mengolah biji kopi robusta. Pertimbangannya, karena robusta tidak semahal arabika. Peralatan yang diperlukan untuk pengolahan proses kering lebih sederhana dan beban kerja lebih sedikit, sehingga bisa menghemat biaya produksi. Berikut tahapan untuk mengolah biji kopi dengan proses kering.



Gambar 2.5 Skema Proses Pengolahan Kopi Secara Kering

Sumber : <https://alamtani.com/biji-kopi/>

Setelah buah kopi dikupas, lakukan sortasi untuk memisahkan produk yang diinginkan dengan sisa kulit buah, kulit tanduk, biji pecah dan kotoran lainnya. Biji kopi akan stabil bila kadar airnya 12%. Bila belum mencapai 12% lakukan pengeringan lanjutan. Bisa dengan penjemuran atau dengan bantuan mesin pengering. Apabila kadar air lebih dari angka tersebut, biji akan mudah terserang jamur. Apabila kurang, biji kopi mudah menyerap air dari udara yang bisa mengubah aroma dan rasa kopi. Setelah mencapai kadar air kesetimbangan, biji kopi tersebut sudah bisa dikemas dan disimpan.

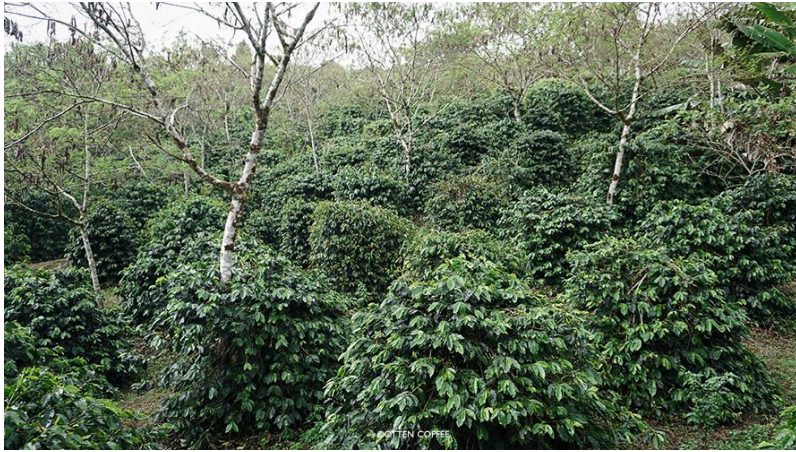
Kemas biji kopi dengan karung yang bersih dan jauhkan dari bau-bauan. Untuk penyimpanan yang lama, tumpuk karung-karung tersebut diatas sebuah palet kayu setebal 10 cm. Berikan jarak antara tumpukan karung dengan dinding gudang. Kelembaban gudang sebaiknya dikontrol pada kisaran kelembaban (RH) 70%. Penggudangan bertujuan untuk menyimpan biji sebelum didistribusikan kepada pembeli.

Pada saat musim panen para petani membawa bekal dan alat-alat yang diperlukan untuk dibawa kekebun, alat yang digunakan untuk

menampung kopi berupa karung yang dijahit hingga berbentuk seperti kantong yang nantinya berfungsi sebagai penampung kopi hasil petikan. rata-rata petani kopi desa Muaakat Jadi berangkat ke kebun pukul 07:00 pagi dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua, akses jalan yang sedikit sulit mencapai kebun membuat para petani hanya bisa membawa kendaraan sampai di persimpangan jalan besar, selanjutnya untuk menuju ke perkebunan dilanjutkan dengan berjalan kaki. Setiba di kebun para petani mulai melakukan proses pemetikan kopi, proses pemetikan kopi ini dilakukan dengan cara mengelilingi batang kopi dengan mengambil buah kopi yang berwarna merah yang menandakan bahwa kopi sudah matang. Saat mengelilingi batang kopi, para petani membuka cabang-cabang kopi yang rimbun agar buah yang di bagaikan dalam rimbunan kopi terlihat sehingga saat proses dilakukan, hasil pemetikan kopi lebih merata dan tidak ada buah yang tertinggal. Perawatan yang dilakukan petani, akses yang semakin mudah, serta disiplin waktu yang terus dilakukan oleh petani inilah yang terus membuat proses perkembangan masa panen terus mengalami peningkatan.

B. Potensi Kopi di Kabupaten Bener Meriah

Kabupaten Bener Meriah merupakan kabupaten baru hasil pemekaran dari Aceh tengah, secara letak geografis Kabupaten Bener Meriah merupakan Kabupaten yang terletak pada dataran tinggi yang memiliki letak geografis $3^{\circ}45'0''\text{LU}$ - $4^{\circ}59'0''\text{LU}$ dan $96^{\circ}16'10''\text{BT}$ - $97^{\circ}55'10''\text{BT}$. Wilayah ini didominasi oleh ketigian tempat antara 900-1700 mdpl atau sering disebut sebagai negeri di atas awan dan udara yang sejuk.



Gambar 2.6 Potensi Perkebunan Kopi Kab. Bener Meriah

Sumber : <https://majalah.ottencoffee.co.id .online>

Saat ini daerah yang memproduksi kopi terbanyak di negara Indonesia berasal dari daerah provinsi Aceh tepatnya di Kabupaten Bener Meriah dan Aceh Tengah. Aceh sudah dikenal membudidaya dan memproduksi jenis Tumbuhan kopi sejak jaman kolonial Belanda, tepatnya pada tahun 1942. pada saat itu masyarakat hanya mengkonsumsi kopi jenis robusta untuk minuman sehari-hari, sedangkan untuk jenis arabika sendiri masyarakat hanya memproduksi dan mengolah kopi arabika tersebut hanya sampai bahan mentah saja untuk dijual kembali sebagai sumber memenuhi kebutuhan ekonomi.

Popularitas Kopi Gayo akan berimbas pada tingginya permintaan. Situasi ini menjadi tantangan yang harus mampu dijawab oleh para pelaku usaha kopi di tiga kabupaten penghasil. Bukan semata ketersediaan barang, menjaga kualitas adalah keharusan yang tak bisa ditawar, sehingga cita rasa Kopi Gayo tetap terjaga dalam setiap seruputnya. Kopi Gayo sudah sangat dikenal luas di dunia internasional. Hal ini menjadi tantangan semua pihak terkait. Bukan hanya untuk mengimbangi ketersediaan barang atas

permintaan, para pelaku usaha kopi dari hulu hingga hilir juga dituntut untuk menjaga kualitas kopi yang dipasarkan.

Mayoritas mata pencaharian masyarakat di Kabupaten Bener Meriah adalah bertani, baik sawah maupun berkebun. Tanaman perkebunan secara keseluruhan merupakan tanaman tahunan dan salah satu tanaman perkebunan adalah tanaman kopi. Perkebunan sendiri merupakan suatu kegiatan yang memanfaatkan tanah sebagai lahan sehingga menghasilkan keuntungan tersendiri bagi pelaku perkebunan sendiri. Kegiatan perkebunan tidak jauh berbeda dengan kegiatan pertanian lainnya yang membutuhkan modal, tenaga kerja, lahan, teknologi dan tujuan yang harus di capai dalam kegiatan perkebunan itu sendiri. Tanaman kopi yang merupakan tanaman perkebunan dibudidayakan karena memiliki hasil yang baik. Hal ini diantaranya dikarenakan tanaman kopi memiliki kecocokan dengan iklim tropis di dataran tinggi seperti Bener Meriah (Indah dan Trilaksana, 2014).

Kopi gayo adalah salah satu komoditi ekspor unggulan Indonesia yang telah dikenal di pasar domestik dan internasional. Menurut masyarakat perlindungan kopi gayo (MPKG, 2009), produksi kopi gayo mencakup lebih dari 90% dari total produksi kopi di Provinsi Aceh. Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia (PPKKI, 2008) menyatakan bahwa luas penanaman kopi gayo masing-masing kabupaten di Dataran Tinggi Gayo yaitu Aceh Tengah 46.000 ha, Bener Meriah 37.000 ha, dan Gayo Lues 4.000 ha. Sejalan dengan program pemerintah daerah yang terus menggalakkan produksi kopi, jumlah atau luas lahan perkebunan dan produksi kopi juga mengalami peningkatan yang signifikan. Jumlah produksi kopi Kabupaten Bener Meriah pada tahun 2018 adalah sebanyak 2,94 ribu ton dengan luas tanam 46,26 ribu ha (BPS, 2019).

Komoditas perkebunan menjadi penopang utama perekonomian di daerah dengan topografi pegunungan berhawa sejuk ini. Produk kopi arabika menjadi Produk Domestik Regional Brutto (PDRB) terbesar di

Kabupaten Bener Meriah. Kopi arabika saat ini sudah banyak dikenal oleh konsumen mancanegara baik di daratan Eropa, Amerika, maupun Asia.

Kopi arabika dari Dataran Tinggi Gayo ini sudah mendapat pengakuan dunia dengan diterimanya sertifikat Indikasi Geografis (IG) Kopi Arabika Gayo pada tanggal 27 Mei 2010 oleh Kementerian Hukum dan HAM Republik Indonesia. Sementara dalam even *Lelang Spesial Kopi Indonesia* yang digelar di Bali pada 10 Oktober 2010, kopi arabika dari Dataran Tinggi Gayo dinyatakan sebagai kopi organik terbaik di dunia berdasarkan *cupping score* yang dilakukan oleh para ahli test *cup* kopi sedunia.

Pengakuan kopi arabika Gayo sebagai kopi arabika terbaik juga datang dari *Specialty Coffee Assosiation of Eorope* (SCAE), yang merupakan asosiasi kopi yang konsen terhadap standar kualitas kopi dunia di daratan Eropa. Ketika Ketua SCAE, Collin Smith beserta rombongannya yang berasal dari berbagai negara Eropa mengunjungi Dataran Tinggi Gayo pada November 2015 menyatakan bahwa masyarakat Eropa sudah lama mengenal dan menikmati kopi arabika Gayo.

Potensi sumber daya agribisnis kopi di negara Indonesia bisa dikatakan masih sangat belum terealisasi pemanfaatkan dengan secara optimal, karena jika dilihat dari tingkat produktivitas kopi Indonesia baru mencapai 225 kg per hektar kebun kopi Keberhasilan agribisnis kopi membutuhkan dukungan semua pihak terkait dalam proses produksi kopi pengolahan dan pemasaran komoditas kopi. Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas mutu kopi terus dilakukan hingga saat ini sehingga daya saing kopi di Indonesia dapat bersaing di pasar kopi tingkat Internasional (Rahardjo, 2012: 4).

Saat ini, kopi arabika Gayo yang di produksi oleh Indonesia masih sangat terhambat terutama di bagian pemasarannya. Rendahnya kualitas dan mutu biji kopi Arabika Gayo disebabkan oleh banyak faktor yang salah

satu faktor terpentingnya adalah pemanfaatan lahan produktifitas kopi serta jumlah petani, sehingga penanganan yang dilakukan pada saat proses panen dan pasca panen tidak tepat mulai dari pemetikan, pengupasan kulit, fermentasi, pencucian, sortasi, pengeringan, dan penyangraian sampai siap untuk di produksi.

Seperti tanaman lain, pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Bahkan, tanaman kopi mempunyai sifat yang sangat khusus karena masing-masing jenis menghendaki lingkungan yang agak berbeda. Menurut Najiyati dan Danarti (2007) faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi antara lain ketinggian tempat, curah hujan, sinar matahari, angin, dan tanah. Ketinggian tempat sebenarnya tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Faktor suhu berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman kopi, terutama pada pembentukan bunga dan buah serta kepekaan terhadap serangan penyakit.

Pada umumnya, tinggi rendahnya suhu ditentukan oleh ketinggian tempat dari permukaan air laut. Tanaman kopi umumnya optimum di daerah dengan curah hujan 2.000-3.000 mm/tahun. Namun, kopi masih tumbuh baik di daerah bercurah hujan 1.300-2.000 mm/tahun. Bahkan, di daerah bercurah hujan 1.000 – 1.300 mm/tahun pun kopi mampu tumbuh baik, asalkan diberi mulsa dan irigasi intensif. Secara umum, tanaman kopi menghendaki tanah gembur, subur, dan kaya bahan organik. Oleh karena itu, tanah di sekitar tanaman harus sering diberi pupuk organik agar subur dan gembur sehingga sistem perakaran tumbuh baik. Kopi juga menghendaki tanah yang agak masam, yaitu antara pH 4,5 – 6,5 untuk kopi robusta dan pH 5 – 6,5 untuk kopi arabika.

Jika dilihat dari potensi sumber daya lahan perkebunan kopi di Kampung Mupakat Jadi seluas 100 hektar, menopang sekitar 1006 jiwa keluarga sebagai pendorong agribisnis yang memberi sumber ekonomi bagi

masyarakat. Namun dari potensi luas lahan perkebunan tersebut, tahun 2010 baru sekitar 20% lahan produksi yang masih merupakan areal produktif perkebunan kopi dengan populasi sekitar 24.000 ribu.

Tipe iklim untuk tanaman kopi ditentukan berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson. Sistem klasifikasi iklim tersebut sudah sangat dikenal di Indonesia dan banyak digunakan dalam bidang kehutanan dan perkebunan. Penentuan tipe iklim Schmidt-Ferguson berdasarkan kepada pada nilai Q, yaitu perbandingan antara bulan kering (BK) dan bulan basah (BB) dikalikan 100% ($Q = BK/BB \times 100\%$). Jumlah BB dan BK dihitung tahun demi tahun selama periode pengamatan, kemudian dijumlahkan dan ditentukan rata-ratanya. Kriteria BB adalah bulan dengan curah hujan di atas 100 mm, sedangkan BK merupakan bulan dengan curah hujan di bawah 60 mm. Jika dalam satu bulan curah hujannya 60-100 mm tergolong ke dalam bulan lembap (BL). Klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson dikelompokkan menjadi 8 tipe iklim.

Tabel 2.2 Tipe Iklim Berdasarkan Klasifikasi Schmidt dan Ferguson

Tipe Iklim	Nilai Q (%)	Keadaan Iklim dan Vegetasi
A	<14,3	Daerah sangat basah hutan tropika
B	14,3 -33,3	Daerah basah, hutan hujan tropika
C	33,3-60,0	Daerah agak basah, hutan rimba, daun gugur pada musim kemarau
D	60,0 - 100,0	Daerah sedang, hutan musim
E	100,0-167,0	Daerah agak kering, hutan sabana
F	167,0-300,00	Daerah kering, hutan sabana
G	300,0-700,0	Daerah sangat kering, padang ilalang
H	>700,0	Daerah ekstrim kering, padang ilalang

Berdasarkan penjelasan tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Bener Meriah memiliki potensi yang sangat besar dalam memproduksi kopi baik itu jenis kopi arabika maupun kopi robusta. Diakarena beberapa faktor yang telah disebutkan salah satunya yaitu letak geografisnya sangat cocok untuk tanaman kopi.

C. Limbah Kulit Kopi

Pengolahan kopi secara basah akan menghasilkan limbah padat berupa kulit buah pada proses pengupasan buah (*pulping*) dan kulit tanduk pada saat penggerbusan (*hulling*). Limbah padat kulit buah kopi (*pulp*) belum dimanfaatkan secara optimal, padahal memiliki kadar bahan organik dan unsur hara yang memungkinkan untuk memperbaiki tanah.

Pengupasan kulit buah atau *pulping* bertujuan untuk memisahkan kulit gelondong kopi dengan gabah yang masih berlendir. Buah kopi bersifat higroskopis, yaitu menyerap dan melepaskan air, oleh karena itu buah kopi yang sudah dipetik harus di *pulping* pada hari itu juga, jika tidak dilakukan buah kopi gelondong merah akan busuk, busuknya buah ini akan diserap oleh biji kopi dan cita rasa akan cacat (*fermented*). Fermentasi bertujuan untuk meluruhkan lapisan lendir yang menempel erat pada kulit tanduk biji kopi, sehingga memudahkan dalam proses selanjutnya, yaitu pencucian. Lama fermentasi umumnya selama 12 jam.



Gambar 2.7 Limbah Kulit Kopi Hasil Penggilingan
Sumber : Dokumentasi Penelitian 2020

Sampah merupakan hasil dari aktivitas manusia yang sudah tidak terpakai. Sumber sampah biasanya berasal dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, hotel, rumah makan, industry atau aktivitas manusia lainnya (Purwendro dan Nurhidayat, 2006). Berdasarkan sumber asalnya sampah dikelompokkan menjadi dua yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik yaitu sampah yang berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuhan. Sampah organik dibagi menjadi dua, yaitu sampah organik kering dan sampah organik basah. Istilah sampah organik basah dimaksudkan untuk sampah yang mempunyai kandungan air yang tinggi contohnya kulit buah dan sayuran. Sementara bahan yang termasuk ke dalam sampah organik kering adalah bahan organik yang kandungan airnya kecil. Contoh sampah organik kering yaitu kertas, kayu dan ranting pohon dan dedaunan kering.

Salah satu diantara alternatif bahan baku untuk pembuatan bioetanol adalah biomassa berselulosa. Potensi limbah pertanian yang tersedia di Indonesia berupa limbah biomassa hasil pertanian (jerami padi, jagung dan lainnya), limbah kehutanan (sisa biomassa setelah diambil kayunya), limbah industri hasil kehutanan dan pertanian (sisa biomassa kertas, pabrik gula dan lainnya), maupun sampah rumah tangga. Potensi biomassa sebagai bahan baku bioetanol bervariasi sesuai dengan kandungan bahan penyusun yang dapat dikonversi menjadi gula sederhana yaitu selulosa dan hemiselulosa.

Selulosa merupakan komponen utama dinding sel tanaman yang tersusun dari monomer glukosa sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Berdasarkan sumber perolehannya selulosa dibedakan ke dalam tiga jenis yaitu: 1) sampah pertanian (jerami gandum, tongkol jagung, jerami padi dan bagasse). 2) sisa hasil hutan (kayu yang telah mati dan pohon-pohon kecil). 3) sampah padat (kertas, kayu dan bahan organik lainnya). Bahan berselulosa lebih murah dibanding jagung namun untuk

mengubahnya menjadi gula sangat sulit. Selulosa terdiri dari gula berikatan rantai panjang. Pengubahan selulosa menjadi gula pada umumnya dengan menggunakan asam encer atau pekat (Morris dan Armada, 2006)

Metode pemanfaatan sampah antara lain yaitu metode biokonversi (proses pengubahan sampah menjadi bahan bakar termasuk didalamnya bioetanol dengan melibatkan mikroorganisme). Sampah-sampah organik mengandung komponen utama yaitu: pati, selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selanjutnya dengan proses fermentasi, gula sederhana dapat diubah menjadi bioetanol.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa limbah kulit kopi (*pulp*) termasuk ke dalam jenis limbah organik dan banyak mengandung selulosa sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol melalui proses fermentasi. Sehingga limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energi baru dan terbarukan.

D. Energi Baru Terbarukan

Energi merupakan suatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Saat ini bahan bakar fosil seperti minyak tanah, bensin dan solar menjadi tidak efisien dan berdampak negatif bagi lingkungan. Konsumsi energi dunia yang semakin meningkat tiga kali lipat dalam 30 tahun terakhir memunculkan penemuan-penemuan baru guna meningkatkan efisiensi dari bahan bakar, yakni ditemukannya energi baru terbarukan di belahan dunia.

Menurut definisi *International Energy Agency* (IEA), Energi Baru dan Terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang diisi ulang secara terus menerus dan secara berkelanjutan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil (Asriyati, 2020). EBT merupakan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh manusia di zaman modern ini sebagai pengganti dari energi fosil yang

sifatnya tidak dapat diperbaharui dan tak terbarukan. Pemahaman EBT menurut Undang-Undang No 30 Tahun 2007 dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu “Energi baru” yang berasal dari sumber energi baru yaitu jenis-jenis energi yang pada saat ini belum dipergunakan secara massal oleh manusia dan masih dalam tahap pengembangan teknologi. Sedangkan, “Energi terbarukan” merupakan energi yang berasal dari sumber energi terbarukan yang ketersediaan sumbernya bisa digunakan kembali setelah sumber itu digunakan atau dihabiskan (Eko, 2020). Selain itu, Pemanfaatan energi baru terbarukan dinilai lebih ramah lingkungan karena mampu mengurangi pencemaran lingkungan dan kerusakan lingkungan jika dibandingkan dengan energi tak terbarukan karena EBT cukup cepat untuk dapat dipulihkan kembali secara alami. Artinya, EBT yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alami tidak akan habis jumlahnya dan dapat bersifat berkelanjutan apabila dikelola dengan baik (Aan, 2017). Oleh karena itu, Energi Baru dan terbarukan dapat disebut juga sebagai energi yang berkelanjutan (*sustainable energy*) (Supriadi, 2020).

Energi baru dan terbarukan (EBT) merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan keamanan energi melalui pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil yang tidak terbarukan, khususnya minyak dan gas bumi, dengan mensubstitusinya ke sumber energi baru dan terbarukan (EBT), khususnya bahan bakar nabati (biodiesel, bioetanol, biomassa, dan biogas). Oleh karena itu, diperlukan paradigma baru dalam pengelolaan energi dengan mengedepankan diversifikasi, intensifikasi, konservasi, dan budaya hemat energi. Sebagai dasar untuk mensubstitusi penggunaan energi ke sumber energi yang baru, dapat dilihat bahwa cadangan terbukti minyak bumi nasional pada tahun 2010 hanya sekitar 7,99 miliar barel dan dengan tingkat produksi minyak sekitar 346 juta barel per tahun, maka cadangan tersebut akan habis dalam waktu 23 tahun. Sedangkan, cadangan terbukti gas bumi hanya sekitar 159,64 TSCF (*Trillion Standard Cubic Feet*) dengan

tingkat produksi pada tahun 2010 sebesar 2,9 TSCF, maka cadangan tersebut akan habis dalam waktu 55 tahun. Strategi substitusi ke sumber energi baru dan terbarukan sangat diperlukan sesegera mungkin agar tidak ketinggalan langkah dalam mengantisipasi krisis energi berbahan fosil.

Sumber energi terbarukan didefinisikan sebagai yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam. Salah satu contohnya adalah biomassa. Biomassa padat adalah limbah yang dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar yang memanaskan air untuk menggerakkan turbin listrik. Biomassa padat dapat berupa limbah kayu, *bagasse* (ampas batang tebu), sekam (kulit padi), bonggol jagung, pupuk kandang, dan limbah rumah tangga. Sedangkan, biogas adalah hasil dekomposisi bahan-bahan organik dalam bentuk gas yang berupa gas *methane* dan karbondioksida. *Biomass liquefaction* adalah proses pengubahan biomassa menjadi bahan energi cair melalui proses konversi secara *biokimia* untuk menghasilkan bioetanol (alkohol) dan proses konversi secara *thermo-kimia* untuk menghasilkan biodiesel. Konversi secara *biokimia* biasanya menggunakan bahan nabati yang banyak mengandung karbohidrat, seperti pati, kentang, gula, dan lain sebagainya. Sedangkan, konversi secara *thermo-kimia* menggunakan bahan nabati yang mengandung minyak-lemak, baik yang bersifat alami pangan, seperti sawit, kelapa, kacang tanah, dan kemiri, maupun yang nonpangan, seperti jarak pagar, randu, dan nyamplung (IPB, 2008).

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, meliputi sumber energi surya, sumber energi air dan mikrohidro, sumber energi angin, sumber energi panas bumi, sumber energi gelombang laut, dan sumber energi biomassa. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, konsumsi energi saat ini juga memiliki potensi untuk efisiensi dan konservasi energi.

Secara umum energi baru terbarukan (EBT) dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok yaitu :

1. Energi Panas Bumi

Potensi energi panas bumi total adalah 19.658 MW dengan rincian di Pulau Jawa 8.100 MW, Pulau Sumatera 4.885 MW, dan sisanya tersebar di Pulau Sulawesi dan kepulauan lainnya. Sumber panas bumi yang sudah dimanfaatkan saat ini adalah 803 MW. Biasanya data energy panas bumi dapat dikelompokkan ke dalam data energi cadangan dan energi sumber.

Biaya investasi ada dua macam. Pertama biaya eksplorasi dan pengembangan sebesar 500-1.000 dollar AS/kW; Kedua, biaya pembangkit sebesar 1.500 dollar/kW (kapasitas 15 MW), 1.200 dollar/kW (kapasitas 30 MW), dan 910 dollar/kW (kapasitas 55 MW). dan ketiga untuk biaya energi dari panas bumi adalah 3-5 sen/kWh.

2. Energi Air

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air. Itu disebabkan kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai dan daerah-daerah tertentu mempunyai danau/waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu teknologi yang sudah terbukti (*proven*), tidak merusak lingkungan, menunjang diversifikasi energi dengan memanfaatkan energi terbarukan, menunjang program pengurangan pemanfaatan BBM, dan sebagian besar memakai kandungan lokal.

Besar potensi energi air di Indonesia adalah 74.976 MW, sebanyak 70.776 MW ada di luar Jawa, yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 3.105,76 MW sebagian besar berada di Pulau Jawa. Pembangunan setiap jenis pembangkit listrik didasarkan pada kelayakan teknis dan ekonomis dari pusat listrik serta hasil studi analisis mengenai dampak lingkungan.

Sebagai pertimbangan adalah tersedianya sumber energi tertentu, adanya kebutuhan (permintaan) energi listrik, biaya pembangkitan rendah, serta karakteristik spesifik dari setiap jenis pembangkit untuk pendukung beban dasar (*base load*) atau beban puncak (*peak load*).

Selain PLTA, energi mikrohidro (PLTMH) yang mempunyai kapasitas 200-5.000 kW potensinya adalah 458,75 MW, sangat layak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di daerah pedesaan di pedalaman yang terpencil ataupun pedesaan di pulau-pulau kecil dengan daerah aliran sungai yang sempit.

Biaya investasi untuk pengembangan pembangkit listrik mikrohidro relatif lebih murah dibandingkan dengan biaya investasi PLTA. Hal ini disebabkan adanya penyederhanaan standar konstruksi yang disesuaikan dengan kondisi pedesaan. Biaya investasi PLTMH adalah lebih kurang 2.000 dollar/kW, sedangkan biaya energy dengan kapasitas pembangkit 20 kW (rata-rata yang dipakai di desa) adalah Rp 194/ kWh.

3. Energi Tumbuhan (Bio Energi)

a. Energi Tumbuhan

Tahun 2025 pemerintah menargetkan penggunaan bahan bakar alternatif biofuel sebesar dua puluh lima persen. Target lima persen dicapai tahun 2010, meningkat menjadi 20 persen pada tahun 2020, dan 25 persen pada tahun 2025.

Salah satu produk hilir dari minyak sawit yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, terutama untuk mesin diesel. Dengan kebutuhan solar Indonesia sekitar 23 juta ton per tahun (7,2 juta ton diantaranya diimpor), penggunaan B-10 akan memerlukan 2,3 juta ton biodiesel, atau setara dengan 2,415 juta ton CPO yang dapat dihasilkan dari sekitar 700.000 ha kebun kelapa sawit, dan dapat menghidupi sekitar 350.000 keluarga petani kelapa sawit, dengan asumsi kepemilikan

lahan seluas 2 ha per keluarga. Banyak keuntungan dari pemakaian biodiesel.

Jenis bahan bakar ini tidak mengandung sulfur dan senyawa benzene yang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan solar. Perbedaan antara biodiesel dan solar terutama pada komposisinya. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan solar adalah hidrokarbon.

Pada dasarnya tidak perlu ada modifikasi mesin diesel apabila bahan bakarnya menggunakan biodiesel. Biodiesel bahkan mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan slang. Biodiesel tidak menambah efek rumah kaca seperti halnya solar, karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon. Energi yang dihasilkan oleh biodiesel serupa dengan solar, sehingga *engine torque* dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa. Selain itu biodiesel menghasilkan tingkat pelumasan mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar (Lubis, A, 2007).

b. Biomassa/Biogas

Biomassa merupakan sumber energi primer yang sangat potensial di Indonesia, yang dihasilkan dari kekayaan alamnya berupa vegetasi hutan tropika. Biomassa bisa diubah menjadi listrik atau panas dengan proses teknologi yang sudah mapan. Selain biomassa seperti kayu, dari kegiatan industri pengolahan hutan, pertanian dan perkebunan, limbah biomassa yang sangat besar jumlahnya pada saat ini juga belum dimanfaatkan dengan baik.

Municipal solid waste (MSW) di kota-kota besar merupakan limbah kota yang utamanya adalah berupa biomassa, menjadi masalah yang serius karena mengganggu lingkungan adalah potensi energi yang bisa dimanfaatkan dengan baik. Limbah biomassa padat dari sektor

kehutanan, pertanian, dan perkebunan adalah limbah pertama yang paling berpotensi dibandingkan misalnya limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Besarnya potensi limbah biomassa padat di seluruh Indonesia adalah 49.807,43 MW.

Dengan pematkhiran teknologi budidaya tanaman, dimungkinkan pengembangan hutan energi untuk pengadaan biomasa sesuai dengan kebutuhan dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan.

Selain limbah biomassa padat, energi biogas bisa dihasilkan dari limbah kotoran hewan, misalnya kotoran sapi, kerbau, kuda, dan babi juga dijumpai di seluruh provinsi Indonesia dengan kuantitas yang berbeda-beda.

Pemanfaatan energi biomassa dan biogas di seluruh Indonesia sekitar 167,7 MW yang berasal dari limbah tebu dan biogas sebesar 9,26 MW yang dihasilkan dari proses gasifikasi. Biaya investasi biomassa adalah berkisar 900 dollar/kW sampai 1.400 dollar/kW dan biaya energinya adalah Rp 75/kW-Rp 250/kW.

4. Energi Samudra/Laut

Di Indonesia, potensi energi samudra/ laut sangat besar karena Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang 81.000 km, terdiri dari laut dalam, laut dangkal dan sekitar 9.000 pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau arus listrik Nasional, dan penduduknya hidup dari hasil laut. Dengan perkiraan potensi semacam itu, seluruh pantai di Indonesia dapat menghasilkan lebih dari 2 ~ 3 Terra Watt Ekwivalensi listrik, diasumsikan 1% dari panjang pantai Indonesia (~ 800 km) dapat memasok minimal ~16 GWatt atau sama dengan pasokan seluruh listrik di Indonesia tahun 2005.

Energi samudra ada empat macam, yaitu energi panas laut, energi pasang surut, energi gelombang, energi arus laut. Prinsip kerja masing-masing:

- a. Energi panas laut yaitu dengan menggunakan beda temperatur antara temperatur di permukaan laut dan temperatur di dasar laut;
- b. Energi pasang surut dengan menggunakan beda ketinggian antara laut pasang terbesar dan laut surut terkecil.
- c. Energi gelombang adalah dengan menggunakan besar ketinggian gelombang dan panjang gelombang.
- d. Energi arus laut prinsip kerjanya persis sama dengan turbin angin.

Dengan menggunakan turbin akan dihasilkan energi listrik.

Potensi energi panas laut di Indonesia bisa menghasilkan daya sekitar 240.000 MW, tetapi secara teknologi, pembangkit listrik tenaga laut belum dikembangkan dan dikuasai sedangkan untuk energi pasang surut dan energi gelombang masih sulit diprediksi karena masih banyak ragam penelitian yang belum bisa didata secara rinci.

Keempat energi samudra di atas di Indonesia masih belum terimplementasikan karena masih banyak faktor sehingga sampai saat ini masih taraf wacana dan penelitian penelitian. Biaya investasi belum bisa diketahui di Indonesia tetapi berdasarkan uji coba di beberapa Negara industri maju adalah berkisar 9 sen/kWh hingga 15 sen/kWh.

5. Sel Bahan Bakar ("*Fuel Cell*")

Bahan baku utama sebagai sumber energi sel bahan bakar adalah gas hidrogen. Gas hidrogen dapat langsung digunakan dalam pembangkitan energi listrik dan mempunyai kerapatan energi yang tinggi. Beberapa alternatif bahan baku seperti methane, air laut, air tawar, dan unsur-unsur yang mengandung hydrogen dapat pula digunakan namun diperlukan sistem pemurnian sehingga menambah jumlah *system cost* pembangkitnya. Biaya investasi belum bisa diketahui karena masih

banyak penelitian yang sangat bervariasi yang belum bisa dipakai sebagai patokan.

6. Angin

Secara umum Indonesia masuk kategori negara tanpa angin, mengingat bahwa kecepatan angin minimum rata-rata yang secara ekonomis dapat dikembangkan sebagai penyedia jasa energi adalah 4m/ dt. Kendatipun demikian ada beberapa wilayah dimana sumber energi angin kemungkinan besar layak dikembangkan. Wilayah tersebut antara lain Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Sulawesi Selatan dan Tenggara, Pantai Utara dan Selatan Jawa dan Karimun Jawa. Skala pemanfaatan Tenaga angina pada umumnya dikelompokkan dalam skala kecil, menengah dan besar.

7. Surya

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran:

- Kawasan barat Indonesia (KBI) = 4.5 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 10%
- Kawasan timur Indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%
- Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%.

Hal ini mengisyaratkan bahwa:

- a. radiasi surya tersedia hampir merata sepanjang tahun,
- b. kawasan timur Indonesia memiliki penyinaran yang lebih baik.

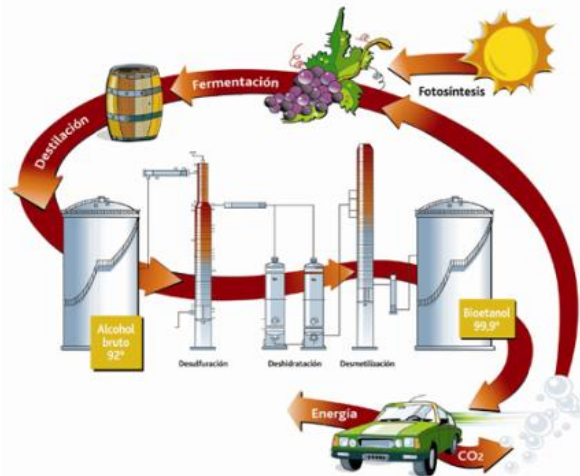
Energi surya dapat dimanfaatkan melalui dua macam teknologi yaitu energi surya termal dan surya fotovoltaik.

8. Panas Bumi

Berdasarkan survei menunjukkan bahwa terdapat 70 lokasi panas bumi bertemperatur tinggi dengan kapasitas total mencapai 19.658 MW. Sebagian besar dari lokasi tersebut belum dilakukan eksploitasi secara intensif. Aceh adalah salah satu daerah yang potensi untuk pengembangan energi panas bumi seperti di daerah Gunung Seulawah, Aceh Besar dan Gunung Burni telong di Kabupaten Bener Meriah.

E. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia pada proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat yang menggunakan bantuan mikroorganisme. 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): nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari buah mete; bahan berpati: tepung-tepung sorgum biji, sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia; bahan berselulosa (lignoselulosa): kayu, jerami, batang pisang, bagas dan lain-lain (LIPI, 2008).



Gambar 2.8 Produksi Bioetanol Sebagai Baha Bakar

Sumber: <https://cercimatek.wordpress.com/2016/12/13/bioetanol-energi-masa-depan/>

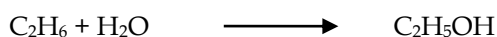
Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95% volume, untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai 99% yang lazim disebut *Fuel Grade Etanol* (FGE). Proses pemurnian dengan prinsip dehidrasi umumnya dilakukan dengan metode *Molecular Sieve*, untuk memisahkan air dari senyawa etanol (Musaniif, 2012).

Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung selulosa, dilakukan melalui proses konversi lignoselulosa menjadi selulosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis fisik, kimia, dan biologi (Khairani, 2007). Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%.

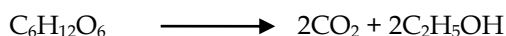
Bioetanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Bioetanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol. Selain itu, bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan kandungan minimal 10 % etanol (Seftian dkk.,

2012). Biaya produksi bioetanol tergolong murah karena sumber bahan baku berasal dari limbah pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang rendah (Novia dkk., 2014).

Pembuatan bioetanol dalam industri ada dua jenis yaitu: 1) cara non fermentasi (sintetik), suatu proses pembuatan alkohol tanpa bantuan mikroorganisme; 2) fermentasi, merupakan proses metabolisme dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Pembuatan etanol secara sintetik yaitu dengan cara mengkombinasikan etana dan air pada tekanan tinggi yaitu 70 atm dan suhu 300 °C.



Sedangkan cara fermentasi, etanol diproduksi dari bahan baku yang mengandung karbohidrat dengan bantuan enzim zimase yang terdapat pada mikroba.



Etanol dapat diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan mikroba disebut bioetanol. Proses pembuatan bioetanol terdiri dari tiga langkah meliputi: pengubahan polisakarida menjadi gula sederhana, fermentasi dan terakhir adalah destilasi (Morris dan Armada, 2006). Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai macam bahan baku yang berbeda dan dikelompokkan menjadi tiga yaitu: bahan bersukrosa (gula tebu, gula bit dan shorgum), bahan berpati (jagung, kentang dan gandum), bahan berselulosa (kayu, rumput dan kulit nanas), (Frados dan Fito, 2010). Bahan lain yang dapat digunakan untuk menghasilkan bioetanol adalah jerami padi dan alang-alang melalui fermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* (Sari dan Yuneriwarni, 2010).

Pengembangan bioetanol di Indonesia memang belum maksimal, namun perlahan tapi pasti, bioetanol akan semakin dibutuhkan dan menjadi peluang bisnis yang menjanjikan. Indonesia sangat potensial untuk menjadi

produsen bioetanol, karena ketersediaan bahan baku yang melimpah dan lahan yang masih luas untuk menghasilkan bahan baku bioetanol. Bioetanol mempunyai kelebihan selain ramah lingkungan, penggunaannya sebagai campuran BBM terbukti dapat mengurangi emisi karbon monoksida dan asap lainnya dari kendaraan. Di antara sederetan nama sumber energi alternatif, nama bioetanol kian mencuat di kalangan masyarakat.

Hasil penyulingan berupa etanol berkadar 95 % belum dapat larut dalam bahan bakar bensin. Untuk substitusi BBM diperlukan etanol berkadar 99,6 - 99,8 % atau disebut etanol kering. Untuk pemurnian etanol 95 % diperlukan proses dehidrasi (*distilasi absorbent*) menggunakan beberapa cara, antara lain:

- 1) Cara Kimia dengan menggunakan batu gamping;
- 2) Cara Fisika ditempuh melalui proses penyerapan menggunakan Zeolit Sintetis.

Hasil dehidrasi berupa etanol berkadar 99,6-99,8 % sehingga dapat dikategorikan sebagai *Full Grade Etanol* (FGE), barulah layak digunakan sebagai bahan bakar motor sesuai standar Pertamina. Alat yang digunakan pada proses pemurnian ini disebut dehidrator.

Akhir proses penyulingan (distilasi) etanol menghasilkan limbah padat (*sludge*) dan cair (*vinase*). Untuk meminimalisir efek terhadap pencemaran lingkungan, limbah padat dengan proses tertentu dirubah menjadi pupuk kalium, bahan pembuatan biogas, kompos, bahan dasar obat nyamuk bakar dan pakan ternak. Sedangkan limbah cair diproses menjadi pupuk cair. Dengan demikian produsen bioetanol tidak perlu khawatir tentang isu berkaitan dengan dampak lingkungan.

Bioetanol merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibanding premium atau lebih dikenal dengan bensin. Angka oktan yang dimiliki bioetanol adalah sebesar 115, sedangkan premium adalah 88 dan pertamax sebesar 98". Bioetanol

bersifat multi-guna bila karena dicampur dengan bensin pada komposisi berapapun memberikan dampak yang positif. Pencampuran bioetanol absolut sebanyak 10 % dengan bensin (90%), sering disebut Gasohol E-10. Gasohol singkatan dari gasoline (bensin) plus alkohol (bioetanol).

Bioetanol juga dapat dipergunakan sebagai aditif yang berfungsi untuk menggantikan TEL atau MTBE dimana memiliki fungsi sebagai aditif peningkat nilai oktan yang mengandung timbal dan karsinogenik. Timbal merupakan zat yang berbahaya bagi tubuh dan dapat menyebabkan pembentukan sel kanker. Penggunaan Bioetanol juga dapat mengurangi efek gas rumah kaca apabila dibandingkan dengan premium atau bensin.

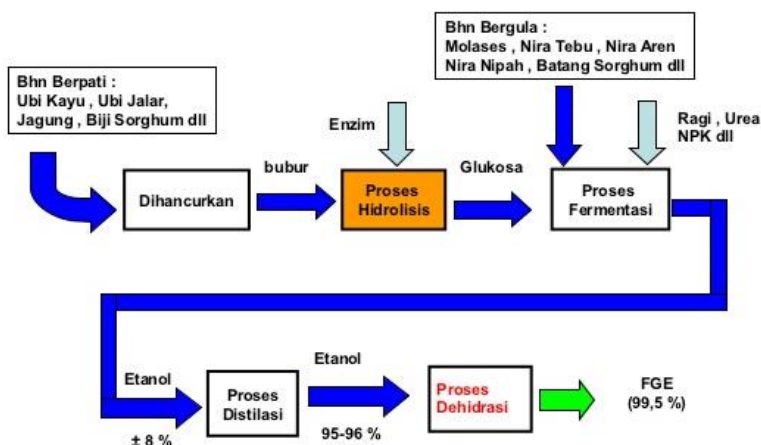
F. Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata *fevere* (latin), yang berarti mendidih, menggambarkan aksi ragi pada ekstrak buah selama pembuatan minuman beralkohol. Pengertian fermentasi agak berbeda antara ahli mikrobiologi dan ahli biokimia. Penegertia fermentasi yang dikembangkan oleh ahli biokimia yaitu proses menghasilkan energi dengan perombakan senyawa organik. Menurut pendapat yang lain fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2011).

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan adalah yang tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya, sedangkan fermentasi tidak spontan adalah yang ditambahkan starter atau ragi dalam proses pembuatannya. Mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara aktif merubah bahan yang difermentasi

menjadi produk yang diinginkan pada proses fermentasi (Suprihatin, 2010). Proses optimum fermentasi tergantung pada jenis organismenya (Sulistyaningrum, 2008). Hidayat dan Suhartini (2013) menambahkan faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah suhu, pH awal fermentasi, inokulum, substrat dan kandungan nutrisi medium.

Skema Proses Produksi Etanol secara umum



Gambar 2.9 Skema Produksi Etanol

Sumber : <https://civitas.uns.ac.id/nurraudahanis>

Fermentasi anaerob merupakan fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen tetapi bahan lain akan bertindak sebagai akseptor, misalnya aldehid atau asam karboksilat. Mikroba yang melakukan fermentasi ini adalah *yeast* (ragi) terutama dari *Saccharomyces sp.*, beberapa jamur dan bakteri (Tarigan, 1988). Proses fermentasi alkohol hanya dapat terjadi apabila terdapat sel-sel khamir. Bahan baku untuk proses fermentasi berupa bahan mentah seperti monosakarida atau disakarida (gula tebu, tetes tebu), bahan berpati (padi, jagung, umbi, dll), dan bahan selulosa (kayu, limbah pertanian) (Anshori, 1985).

Fermentasi etanol proses biologi yang melibatkan mikroorganisme untuk mengubah bahan organik menjadi komponen sederhana. Selama proses fermentasi mikroorganisme memproduksi enzim untuk menghidrolisis substrat menjadi komponen sederhana (gula) selanjutnya mengubahnya menjadi etanol. Beberapa penelitian melaporkan bahwa produksi etanol yaitu dengan menggunakan mikroorganisme seperti kapang, khamir, dan bakteri. Mikroba yang sering digunakan dalam proses fermentasi adalah

Teknologi fermentasi merupakan salah satu upaya manusia dalam memanfaatkan bahan-bahan yang berharga relatif murah bahkan kurang berharga menjadi menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi dan berguna bagi kesejahteraan hidup manusia. Oleh karena itu, penelitian dalam bidang teknologi fermentasi telah dan terus dikembangkan. Secara umum ada empat kelompok fermentasi yang penting secara ekonomi yaitu : 1) Fermentasi yang memproduksi sel mikroba (biomassa) , 2) Fermentasi yang menghasilkan enzim dari mikroba, 3) Fermentasi yang menghasilkan metabolit dari mikroba, 4) Proses transformasi.

Fermentasi dapat dilakukan dengan metode kultur permukaan dan kultur terendam (submerged). Medium kultur permukaan dapat berupa medium padat, semi padat atau cair. Sedangkan kultur terendam dilakukan dalam medium cair menggunakan bioreaktor yang dapat berupa labu yang diberi aerasi, labu yang digoyang dengan *shaker* atau fermentor. Kondisi yang optimum untuk suatu proses fermentasi tergantung pada jenis organisasinya. Pengendalian faktor-faktor fermentasi bertujuan untuk menciptakan kondisi yang optimum bagi pertumbuhan dan produksi metabolit yang diinginkan dari suatu organisme tertentu.

Secara umum, teknik fermentasi dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu fermentasi padat atau *solid state fermentation* (SSF) dan fermentasi terendam *Submerged Fermentation* (SmF). SSF merupakan suatu teknik

fermentasi pada kondisi tanpa adanya cairan yang bebas mengalir kedalam sistem dan material-material padat di dalamnya menjadi substrat pada proses fermentasi (Pandey, *et al*, 2000). Teknik fermentasi ini biasanya digunakan dalam berbagai proses pembuatan produk hasil metabolisme seperti makanan dan minuman fermentasi, pakan ternak, bahan-bahan kimia, obat-obatan hingga bahan bakar hayati (Pandey, *et al*, 2003). Teknik SSF bahkan telah menjadi suatu teknologi yang digunakan oleh masyarakat di kawasan Asia selama ribuan tahun lalu. Sementara itu, SmF merupakan teknik fermentasi yang menggunakan substrat terlarut di dalam medium cair untuk melangsungkan reaksi konversi seluler. Secara umum perbedaan darikeduanya terlihat dari jenis substrat dan kadar air dalam medium tumbuhnya.

Berdasarkan berbagai sumber literatur, metode SSF memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan SmF. Keuntungan tersebut dapat ditinjau dari beberapa aspek, diantaranya adalah aspek biologis, ekologis, konsumsi energi dan ekonomis. Secara biologis, keadaan operasi SSF menyerupai kondisi alami perkembangan ragi atau jamur yang biasa tumbuh pada tempat lembab dengan kadar air yang tidak begitu tinggi (Koyani, 2015). Selin itu dengan metode SSF, perolehan (yield) dan produktivitas bioetanol yang didapat lebih besar dibandingkan dengan teknik SmF. Berdasarkan tinjauan ekologis, metode SSF hanya menghasilkan limbah cair (*effluent*) yang lebih sedikit dibandingkan metode SmF karena kebutuhan air yang sangat rendah, sehingga aman untuk lingkungan. Dari segi konsumsi energi, metode SSF menggunakan unit operasi yang sedikit dan relatif lebih sederhana dibandingkan SmF, sehingga konsumsi energinya pun lebih sedikit [13]. Begitu pun dari tinjauan ekonomis, seperti halnya keuntungan secara biologis, ekologis, dan konsumsi energi, dapat dilihat bahwa biaya operasi dan produksi menjadi cukup rendah dibandingkan dengan metode SmF. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode SSF lebih efektif dan

ekonomis dibandingkan metode SmF, sehingga metode SSF menjadi sangat potensial dalam memaksimalkan produksi bioetanol.

Berdasarkan teori yang telah disebutkan oleh beberapa ahli di atas maka limbah kulit kopi dapat menghasilkan bioetanol melalui proses fermentasi yaitu dengan mengubah gula kompleks pada kulit buah kopi menjadi gula sederhana, dan teknik fermentasi yang digunakan yaitu teknik SSF dikarenakan metode tersebut memiliki banyak keunggulan baik secara biologis, ekologis, dan ekonomis.

G. PAR (*Participatory Action Research*)

Konsep pemberdayaan dalam wacana pembangunan masyarakat selalu berkaitan dengan pendekatan kemandirian, partisipatif dan jaringan kerja. Pemberdayaan masyarakat tidak hanya mengembangkan potensi ekonomi masyarakat, tetapi juga harkat, martabat, rasa percaya diri dan harga diri serta terpeliharanya tatanan nilai dan budaya setempat. Pemberdayaan sebagai konsep sosial budaya yang implemtnatif dalam pembangunan yang berpusat pada rakyat, tidak saja menumbuhkembangkan *added vallue* ekonomi, tetapi juga nilai-nilai sosial budaya.

Pendekatan pengabdian yang di lakukan di masyarakat juga masih dilakukan secara parsial dengan model jangka pendek, menjadi kan masyarakat sebagai objek (yang sering dianggap tidak tahu apa-apa), dan tidak ada pemberdayaan kecuali hanya berorientasi transfer pengetahuan atau teknologi saja. Padahal paradigma pengabdian masyarakat saat ini telah bergeser (sebagaimana seharusnya) menjadi cenderung partisipatif dan kolaboratif untuk memberdayakan masyarakat demi keberlanjutan program.

Masyarakat memiliki potensi dan kekuatan dari sumber-sumber daya alam dan sosial budaya yang dimilikinya. Potensi tersebut perlu digali melalui strategi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Cara menggali inilah yang merupakan inisi dalam pemberdayaan masyarakat. Dalam

pemberdayaan masyarakat, kita harus berpegang teguh terhadap konsep dan memahami betul kebutuhan masyarakat dan permasalahan yang dihadapinya. Masyarakat harus terlibat dalam penyusunan pemecahan masalah yang akan diselesaikan melalui pemberdayaan.

Partisipasi masyarakat dalam pembangunan harus didukung dan ditumbuhkembangkan secara bertahap, perlahan namun pasti dan menyeluruh. Jiwa partisipatif yang ditanamkan terhadap masyarakat akan memunculkan perasaan memiliki terhadap apa yang dikembangkan, karena hal tersebut telah menjadi wadah pemenuhan kebutuhannya. Partisipasi dan pemberdayaan merupakan hal yang menjadi pusat perhatian dalam proses pembangunan Negara. Partipasi dan pemberdayaan merupakan strategi yang sangat potensial dalam rangka meningkatkan ekonomi, sosial dan tranformasi budaya. Prose ini pada akhirnya kan dapat menciptakan pembangunan yang lebih berpusat pada rakyat (*people centered*).

Menurut Moeljarto ada beberapa alasan utama mengapa partisipasi masyarakat mempunyai sifat penting. Pertama, masyarakat adalah fokus utama dan tujuan akhir pembangunan, Kedua partisipasi menimbulkan rasa harga diri dan meningkatkan harkat martabat. Ketiga partisipasi melibatkan umpan balik arus informasi tentang sikap, aspirasi, kebutuhan dan kondisi daerah yang tanpa keberadaannya akan tidak terungkap. Keempat partisipasi memperluas zona (kawasan) penerimaan proyek pembangunan. Kelima partisipasi menyediakan lingkungan yang kondusif bagi aktualisasi potensi manusia maupun pertumbuhan manusia. Keenam, partisipasi dipandang sebagai pencerminan hak-hak demokratis individu untuk dilibatkan dalam pembangunan mereka sendiri. Ketujuh partisipasi merupakan cara yang efektif membangaun kemampua masyarakat untuk pengelolaan program pembangunan guna memenuhikhas daerah.

Pendekatan PAR menekankan bahwa masyarakat sasaran memiliki kemampuan untuk melakukan kontrol bahkan mengubah program yang

telah dikeluarkan oleh para perencana pembangunan. Karena itu untuk mengendalikan peran masyarakat dan perencana dalam melakukan proses pembangunan, ada beberapa prinsip PAR yang menjadi dasar pijakan untuk implementasinya. Prinsip-prinsip itu adalah:

1. Belajar secara langsung. Belajar dari masyarakat secara langsung untuk mendapatkan pengetahuan fisik, teknis dan sosial secara lokal.
2. Belajar secara cepat dan progresif. Belajar secara tepat dan progresif melalui eksplorasi yang terencana dan pemakaian metode yang fleksibel.
3. Komunikasi rilek dan bersifat kekeluargaan. Menyeimbangkan bias, rileks dan tidak tergesa-gesa, mendengarkan dan bukan menggurui, tidak memaksakan dan mencari masyarakat yang lebih miskin, kehadiran orang luar hendaknya masuk dalam proses diskusi sebagai anggota. Oleh karena itu, komunikasi yang ada harus bersifat kekeluargaan.
4. Optimalisasi pertukaran, mengaitkan biaya pemahaman dengan informasi yang benar-benar bermanfaat dengan pertukara antara kuantitas, kegayutan, keakuran serta ketepatan waktu.
5. Membuat jaringan titik-titik pengukuran, dapat diartikan sebagai penggunaan waktu kisaran yang terdiri dari metode, diskusi, jenis informasi untuk pengecekan silang.

Perubahan-perubahan yang terjadi di atas bagi masyarakat berdampak pada seluruh aspek lingkungan kehidupan, sehingga masyarakat kemudian melakukan strategi adaptasi terhadap perubahan yang terjadi. Oleh sebab itu, kondisi tersebut memerlukan penangan dan pengelolaan sumberdaya lingkungan perdesaan secara komprehensif dan berkelanjutan.

H. Pemanfaatan dan Pengelolaan Energi Terbarukan Berbasis Masyarakat

Desa Mupakat Jadi merupakan salah satu gampong yang ada di kecamatan Bukit, Kabupaten Bener Meriah, provinsi Aceh, Indonesia. Gampong pemekaran dari Gampong Panji Mulia I Wilayah berbatasan dengan: Gampong Waq Pondoksayur Gampong Blang Ara Gampong Pondok Gajah, Kec. Bandar. Desa mupakat jadi mayoritas penduduknya bermata pencaharian dengan bertani kopi, dan di desa tersebut juga terdapat kelompok tani kopi, selama ini masyarakat desa mupakat jadi belum memperoleh informasi sama sekali tentang energi baru dan terbarukan, hal ini dapat dilihat dari kehidupan masyarakat yang hanya mengandalkan energy fosil dan energi listrik, sementaraitu sumber energi baru terbarukan sangat berlimpah di desa tersebut apabila dapat dimanfaatkan dan diberdayakan.

Salah satu kendala yang terbesar, adalah kuatnya stigma bahwa pemanfaatan energi terbarukan adalah sesuatu yang membutuhkan investasi luar biasa besar dan teknologi yang super canggih sehingga pengelolaannya seringkali dianggap terlampau sulit. Kuatnya stigma ini selain merendahkan kemampuan juga melemahkan kepercayaan diri masyarakat dalam mengelola asset-aset sosial dan sumberdaya yang dimiliki untuk mengelola sumber energi terbarukan. Karenanya, pemberdayaan dan pemanfaatan sumber energi baru terbarukan merupakan bagian yang penting, utamanya untuk membuka diri terhadap perspektif bahwa energi terbarukan adalah sesuatu yang dapat dikelola tidak hanya dalam bingkai mega proyek, namun juga pada skala mikro di level komunitas”

Bapak Dr. Ir. Rachmat Mardiana, MA Direktur Energi, Telekomunikasi dan Informatika dari Kedeputian Sarana dan Prasarana Bappenas menyampaikan bahwa beberapa hal yang menjadi target dan prioritas untuk dicapai, diantaranya rasio elektrifikasi yang saat ini baru memenuhi 87,5% sementara kita menargetkan untuk mencapai 96,6% di tahun 2019 serta

konsumsi listrik saat ini mencapai 914 KWh perkapita dan diproyeksikan meningkat di tahun 2019 menjadi 1.200 KWh perkapita. Untuk mencukupi kebutuhan akan listrik di Indonesia untuk tahun 2016-2025 akan dibutuhkan investasi senilai 153,749 juta USD yang tidak bisa ditanggung oleh pemerintah Indonesia sendiri. Oleh karenanya dibutuhkan perubahan paradigma peran antara pemerintah, sektor swasta dan BUMN. MCA-Indonesia merupakan salah satu yang turut berperan dalam perubahan paradigma tersebut melalui dukungan pendanaan untuk energi terbarukan. EBT diharapkan menjadi sumber energi yang ditargetkan mengalami peningkatan porsi yang terbesar dalam hal sumber energi, yaitu dari 6% di tahun 2014 meningkat menjadi 23% di tahun 2025.

Penggunaan energi di Indonesia masih di dominasi oleh penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari fosil, khususnya minyak bumi dan batu bara, namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menipis dan untuk mengantisipasinya energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik. Penggunaan energi baru dan terbarukan harus menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil melainkan juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan.

Kekayaan sumber energi yang ada di Indonesia dikuasai oleh negara sebagaimana diatur dalam Konstitusi, yaitu pada pasal 33 ayat (3) Undang Undang Dasar 1945 yang berbunyi “ bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat “. Secara tegas Pasal 33 ayat (3) UUD NRI 1945 mengandung 3 (tiga) unsur penting, yaitu: 1. Substansi (sumber daya alam); 2. Status (dikuasai oleh negara); 3. Tujuan (untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat). Berdasarkan konstitusi, eksistensi penguasaan dan pengusahaan sumber daya alam yang fundamental bagi kehidupan berbangsa dan bernegara dilakukan oleh Negara.

Sumber daya energi merupakan kekayaan alam sebagaimana diamanatkan oleh segenap rakyat Indonesia melalui Pasal 33 Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 negara memiliki kuasa terhadapnya dan wajib dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan, dan pengusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, optimal, dan terpadu.

Alam telah menyediakan sumber energi secara gratis dan melimpah untuk dimanfaatkan oleh seluruh mahluk hidup. Namun untuk mendukung aktivitas hidup umat manusia di muka bumi, manusia juga perlu mengelola dan mengembangkan energi-energi yang sudah tersedia di alam, guna memenuhi kebutuhan hidupnya.

Dalam Pasal 2 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007, diatur asas-asas dalam melakukan perusahaan dan pengelolaan energi, yaitu : Asas Kemanfaatan; Asas Efisiensi Berkeadilan; Asas Peningkatan Nilai Tambah; Asas Keberlanjutan; Asas Kesejahteraan Masyarakat; Asas Pelestarian Fungsi Lingkungan; Asas Ketahanan Nasional; Asas Keterpaduan.

Asas-asas dalam mengelola energi yang tercantum pada pasal 2 Undang-Undang Energi memiliki penjelasan masing-masing sebagai berikut : Asas kemanfaatan, maksud dari asas ini adalah dalam usaha pengelolaan energi harus memenuhi kebutuhan masyarakat; Asas efisiensi berkeadilan, maksud dari asas ini adalah dalam pengelolaan energi harus mencapai pemerataan akses terhadap energi dengan harga yang ekonomis dan terjangkau; Asas peningkatan nilai tambah, maksud dari asas ini adalah dalam pengelolaan energi harus mencapai nilai ekonomi yang optimal; Asas keberlanjutan, maksud dari asas ini adalah dalam pengelolaan energi harus menjamin penyediaan dan pemanfaatan energi untuk generasi sekarang dan yang akan datang; Asas kesejahteraan masyarakat, maksud dari asas ini adalah dalam

pengelolaan energi harus mencapai kesejahteraan masyarakat yang sebesar-besarnya; Asas pelestarian fungsi lingkungan, maksud dari asas ini adalah dalam pengelolaan energi harus menjamin kualitas fungsi lingkungan yang lebih baik; Asas ketahanan nasional, maksud dari asas ini adalah dalam pengelolaan energi harus mencapai kemampuan nasional dalam pengelolaan energi; Asas keterpaduan, maksud dari asas ini adalah pengelolaan energi harus mencapai pengelolaan energi secara terpadu antar sektor.

Berdasarkan hasil penelitian Agus (2010) Kebutuhan energi merupakan penggerak utama dalam perencanaan pengembangan desa mandiri energi (DME). Parameter utama yang mempengaruhi kebutuhan adalah pertumbuhan produk domestik regional bruto (PDRB), penduduk dan intensitas penggunaan energi. Pertumbuhan PDRB di Kabupaten Lampung Selatan diperkirakan akan tumbuh rata-rata 6 - 7% per tahun dalam jangka waktu lima belas tahun ke depan atau dari tahun 2010 hingga 2025. Dalam jangka waktu yang sama, pertumbuhan penduduk diperkirakan akan tumbuh rata-rata sebesar 0.93% per tahun. Sedangkan data intensitas penggunaan energi diperoleh dari data-data konsumsi minyak dan gas yang tersedia baik dari Pertamina, PGN, PLN, Ditjen Migas, DJLPE, Distamben Lampung Selatan dan institusi-institusi lainnya yang terkait. Sebelum membahas lebih jauh prakiraan kebutuhan energi akan dibahas dulu potensi sumber daya energi terbarukan yang ada.

Harga alat kopi yang masih sangat mahal, harga alat yang mahal membuat petani menjadi kesulitan untuk mengolah kopi, setiap bagian proses pasca panen membutuhkan alat untuk memproduksi kopi, mulai dari mesin pengupas kulit merah, mesin pengupas kulit tanduk, mesin penyangrai, mesin penggiling bubuk, sampai mesin bungkus bubuk kopi. Mesin ini juga di akibatkan karena rata-rata petani kopi yang ada di desa Mupakat Jadi masih dalam status ekonominya rendah sehingga mengalami kesulitan untuk membeli mesin pengolah kopi.

Proses penjemuran kopi yang masih harus ditentukan oleh faktor cuaca. Saat musim hujan kopi tidak bisa di jemur, prosesor kopi harus menunggu sampai musim hujan berakhir, hal ini membuat proses produksi kopi menjadi terhambat karena harus menunggu sampai musim hujan berakhir, lambatnya produksi kopi yang di alami oleh masyarakat yang ada di Desa Mupakat Jadi membuat modal usaha dan penjualan kopi menjadi terhambat sehingga tidak jarang membuat prosesor kopi mengalami kerugian yang besar.

Dalam upaya pemberdayaan masyarakatdesa diperlukan beberapa strategi agar tercapainya tujuan dari kegiata pemberdayaan. J Nasikun (dalam Jefta Leibo, 1995), mengajukan strategi yang meliputi: 1) strategi pembangunan gotong royong, (2) strategi pembangunan teknikal-profesional (3) Strategi Konflik (4) strategi pembelotan structural.

Dalam **strategi gotong royong**, melihat masyarakat sebagai sistem sosial. Artinya masyarakat terdiri dari atas bagian-bagian yang saling kerjasama untuk mewujudkan tujuan bersama. Gotong royong dipercaya bahwa perubahan-perubahan masyarakat, dapat diwujudkan melalui partisipasi luas dari segenap komponen dalam masyarakat. Prosedur dalam gotong royong bersifat demokratis, dilakukan diatas kekuatan sendiri dan kesukarelaan.

Strategi pembangunan Teknikal - Profesional, dalam memecahkan berbagai masalah kelompok masyarakat dengan cara mengembangkan norma, peranan, prosedur baru untuk menghadapi situasi baru yang selalu berubah. Dalam strategi ini peranan agen-agen pembaharuan sangat penting. Peran yang dilakukan agen pembaharuan terutama dalam menentukan program pembangunan, menyediakan pelayanan yang diperlukan, dan menentukan tindakan yang diperlukan dalam merealisasikan program pembangunan tersebut. Agen pembaharuan merupakan kelompok kerja yang terdiri atas beberapa warga masyarakat yang terpilih dan dipercaya untuk menemukan cara-cara yang lebih kreatif sehingga hambatan-hambatan dalam pelaksanaan program pembangunan dapat diminimalisir.

Strategi Konflik, melihat dalam kehidupan masyarakat dikuasai oleh segelintir orang atau sejumlah kecil kelompok kepentingan tertentu. Oleh karena itu, strategi ini menganjurkan perlunya mengorganisir lapisan penduduk miskin untuk menyalurkan permintaan mereka atas sumber daya dan atas perlakuan yang lebih adil dan lebih demokratis. Strategi konflik menaruh tekanan perhatian pada perubahan organisasi dan peraturan (struktur) melalui distribusi kekuasaan, sumber daya dan keputusan masyarakat.

Strategi pembelotan kultural, menekankan pada perubahan tingkat subyektif individual, mulai dari perubahan nilai-nilai pribadi menuju gaya hidup baru yang manusiawi. Yaitu gaya hidup cinta kasih terhadap sesama dan partisipasi penuh komunitas orang lain. Dalam bahasa Pancasila adalah humanis-relegius. Strategi ini merupakan reaksi (pembelotan) terhadap kehidupan masyarakat modern industrial yang berkembang berlawanan dengan pengembangan potensi kemanusiaan.

Permendagri RI Nomor 7 Tahun 2007 tentang Kader Pemberdayaan Masyarakat, dalam konsiderannya menyatakan bahwa dalam rangka penumbuhkembangan, penggerakan prakarsa dan partisipasi masyarakat serta swadaya gotong royong dalam pembangunan di desa dan kelurahan perlu dibentuk Kader Pemberdayaan Masyarakat Desa. Lebih lanjut dinyatakan bahwa Kader Pemberdayaan Masyarakat merupakan mitra Pemerintahan Desa dan Kelurahan yang diperlukan keberadaan dan peranannya dalam pemberdayaan masyarakat dan pembangunan partisipatif di Desa dan Kelurahan. Adapun peran Kader Pemberdayaan Masyarakat (KPM) intinya adalah mempercepat perubahan (*enabler*), perantara (*mediator*), pendidik (*educator*), perencana (*planer*), advokasi (*advocation*), aktivis (*activist*) dan pelaksana teknis (*technisi roles*) (Pasal 10 Permendagri RI No.7 Tahun 2007).

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa Permendagri tersebut, tampaknya dalam strategi pemberdayaan masyarakat dapat dinyatakan sejalan dengan strategi pembangunan teknikal - profesional. Pemberdayaan masyarakat bisa dilakukan oleh banyak elemen: pemerintah, perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat, pers, partai politik, lembaga donor, aktor-aktor masyarakat sipil, atau oleh organisasi masyarakat lokal sendiri. Birokrasi pemerintah tentu saja sangat strategis karena mempunyai banyak keunggulan dan kekuatan yang luar biasa ketimbang unsur-unsur lainnya: mempunyai dana, aparat yang banyak, kewenangan untuk membuat kerangka legal, kebijakan untuk pemberian layanan publik, dan lain-lain.

Proses pemberdayaan bisa berlangsung lebih kuat, komprehensif dan berkelanjutan bila berbagai unsur tersebut membangun kemitraan dan jaringan yang didasarkan pada prinsip saling percaya dan menghormati (Sutoro Eko, 2002). Dalam hal pada setiap desa telah terbentuk KPM, maka kemitraan KPM dan pemerintahan desa perlu didorong untuk bersama-sama melakukan pemberdayaan masyarakat. Ketika kemitraan mampu mendorong percepatan kemapanan ekonomi masyarakat, berfungsi secara efektif pemerintahan desa (sistem politik lokal), keteladanan pemimpin (elit lokal), dan partisipasi aktif masyarakat (Kutut Suwondo, 2005), maka kemampuan dan kemandirian masyarakat dalam pembangunan akan dapat terwujud.

BAB III

METODE PENELITIAN/ PENGABDIAN

A. Waktu dan Tempat Pengabdian

Pengabdian kepada masyarakat dalam pengelolaan dan pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi bioetanol ini dilakukan dari bulan Februari sampai dengan September 2020 di Kabupaten Bener Meriah. Sebelum ke tahapan pengabdian pada lokasi/ desa pilihan di Kabupaten Bener Meriah, peneliti terlebih dahulu melakukan optimasi prosedur pengolahan limbah kulit kopi di Laboratorium Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Laboratorium Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah ember, pisau, kotak plastik bertutup (*box*), saringan (ayakan), erlenmeyer, *hot plate*, pipet tetes, neraca analitis, seperangkat alat fermentasi (*fermentor*) dan evaporator.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah limbah kulit kopi hasil pengolahan basah, ragi tape, ragi roti, aquadest, CH_3COOH (asam cuka).

C. Rancangan Pengabdian

1. Survei dan pemetaan lokasi yang memiliki potensi sumber daya baik itu bahan baku limbah kulit kopi maupun sumber daya manusia yaitu kelompok petani / masyarakat yang akan terlibat;
2. Penyiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pengolahan limbah kulit kopi;
3. Pengarahan dan FGD bersama masyarakat/ kelompok masyarakat tentang Pengabdian yang akan dilakukan

4. Penentuan kondisi optimum prosedur pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol dengan skala laboratorium
5. Pemilihan/ penetapan prosedur pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioenergi / bioetanol yang akan digunakan oleh masyarakat
6. FGD tentang pengelolaan bioenergi/ bioetanol sebagai sumber energi alternatif
7. Pengolahan dan pemanfaatan bioetanol dari limbah kulit kopi bersama masyarakat.

D. Pemetaan dan Penentuan Lokasi Pengabdian

Tim peneliti melakukan survei dan pemetaan lokasi pengabdian pada desa yang berada di kabupaten Bener Meriah dengan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan respon masyarakat para pelaku usaha kopi di desa tersebut.

E. Metode Pendampingan

Metode pendampingan yang digunakan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah metode PAR (*Participation Action Research*). Metode PAR merupakan metode riset partisipatif yang dilakukan secara sinergi di antara warga masyarakat dan komunitas tertentu (tim peneliti) dengan semangat untuk mendorong terjadinya aksi-aksi transformatif atau perubahan menuju kepada kondisi yang lebih baik. Tim peneliti melakukan riset untuk menentukan prosedur yang paling sederhana untuk pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol dengan melakukan modifikasi prosedur pada riset-riset sebelumnya. Prosedur yang telah ditentukan ini selanjutnya dipraktikkan dalam proses pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol. Proses pengolahan limbah kulit kopi ini dilakukan oleh masyarakat dengan bimbingan dan supervisi dari tim peneliti.

F. Teknik Pembuatan Bioetanol

Pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol dilakukan dengan mengacu kepada prosedur kerja Raudah dan Ernawati (2012) dengan beberapa modifikasi sehingga proses pengolahannya menjadi lebih mudah, sederhana dan praktis serta dapat diaplikasikan oleh masyarakat umum. Teknik pembuatan bioetanol terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan Baku (Pretreatment)

Kulit kopi hasil penggilingan dibersihkan dan dikeringkan. Limbah kulit kopi yang telah kering selanjutnya dihasluskan dengan cara diblender hingga berbentuk serbuk dan diayak pada ayakan.

2. Proses Hidrolisis

Hidrolisis asam dilakukan dengan cara menimbang serbuk kulit kopi 50 g dan ditambahkan aquadest. Kemudian ditambahkan CH_3COOH (asam cuka) 20 ml. Selanjutnya dihidrolisis pada suhu kamar dan larutan selanjutnya disaring.

3. Proses fermentasi

Ke dalam filtrat yang diperoleh dari proses hidrolisis dimasukkan *starter* ragi roti dan ragi tape, kemudian dikocok. Botol fermentasi ditutup hingga rapat dan gas dialirkan ke dalam botol lain yang berisi air. Fermentasi dilakukan selama 3-5 hari pada suhu ruang.

4. Proses destilasi

Filtrat hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu leher 3 dan dipasang pada rangkaian alat distilasi. Proses distilasi dilakukan dengan pemanasan pada suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hasil distilasi akan menghasilkan *crude* bioetanol. *Crude* bioetanol kemudian ditambahkan dietilen glikol dan dilakukan proses distilasi ekstraktif sampai titik didih etanol.

BAB IV HASIL PENGABDIAN DAN PEMBAHASAN

A. Survei dan Pemetaan Lokasi Pengabdian

Sebelum melakukan pengabdian, tim peneliti terlebih dahulu melakukan survei dan pemetaan terhadap desa yang akan dijadikan sebagai tempat pengabdian. Berbagai informasi yang diperoleh dari literasi dan pendekatan entonografi, maka ditetapkan Desa Mupakat Jadi Pondok Baru Kecamatan Bintang sebagai desa pengabdian. Pemilihan desa Mupakat Jadi Pondok Sayur Kecamatan Bintang sebagai desa tempat pengabdian dikarenakan di desa ini sebagian besar warganya bermata pencaharian sebagai petani kopi, dan hampir disetiap rumah warga mudah dijumpai tempat penggilingan kopi gelondong.

Data BPS dalam Bener Meriah dalam Angka Tahun 2019 menunjukkan bahwa Kecamatan Bukit merupakan kecamatan yang memiliki jumlah nilai produksi tertinggi di Kabupaten Bener Meriah sebesar Rp. 131.429.000,- dengan luas lahan kopi 3.711,78 ha dan mampu menghasilkan produksi kopi sebanyak 2.708,49 kuintal. Fakta ini menunjukkan jika desa Mupakat Jadi Kecamatan Bukit memiliki sumber bahan baku yang cukup untuk digunakan pada proses pengabdian.



Gambar 4.1 Kantor Pemerintahan Kampung Mupakat Jadi Kecamatan Bukit
Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020



Gambar 4.2 Penggilingan Kopi Gelondong Milik Warga
Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

Selain pertimbangan di atas, penetapan desa Mupakat Jadi yang terletak di Kecamatan Bukit juga didasari oleh data lainnya yang menyebutkan jika Kecamatan Bukit merupakan kecamatan di Kabupaten Bener Meriah yang menunjukkan adanya pertumbuhan luas lahan perkebunan kopi secara signifikan dibandingkan kecamatan lainnya, sebagaimana data yang disajikan pada tabel 4.1. Penetapan desa Mupakat Jadi sebagai lokasi pengabdian dilakukan setelah adanya komunikasi dan koordinasi yang dilakukan oleh tim peneliti dengan aparat desa terutama dengan Reje, sebuah *laqab* umum yang diberikan kepada kepala desa di kabupaten Bener Meriah.

Tabel 4.1 Luas lahan perkebunan kopi (ribu hektar) di Kabupaten Bener Meriah berdasarkan Kecamatan

No	Kecamatan	2018	2019
1	Timang Gajah	5,02	5,02
2	Gajah Putih	3,97	3,97
3	Pintu Rime Gayo	8,59	8,59
4	Bukit	3,71	6,15
5	Wih Pesam	3,93	3,93
6	Bandar	4,7	4,7
7	Bener Kelipah	1,51	1,51
8	Syiah Utama	0,09	0,34
9	Mesidah	5,1	5,1
10	Permata	9,64	9,64
	Bener Meriah	46,26	48,95

Sumber : Bener Meriah dalam Angka (BPS, 2020)

B. Pengolahan Limbah Kulit Kopi

1. Penyiapan Alat Dan Bahan

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan berupa penyiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan bioetanol dari limbah kulit kopi. Pada tahapan ini akan dilakukan perancangan alat fermentor sederhana yang nantinya akan digunakan sebagai tempat untuk fermentasi limbah kulit kopi. Alat yang dibutuhkan berupa perangkat fermentor yang nantinya akan diisi bahan utama berupa limbah kulit kopi. Selanjutnya ke dalam wadah tersebut juga akan ditambahkan ragi tape dan atau ragi roti yang dapat merubah glukosa menjadi alkohol.

Limbah kuli kopi merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses penggilingan kopi gelondongan. Limbah kulit kopi yang dihasilkan memiliki potensi sebagai energi terbarukan berupa bioetanol dikarenakan pada kulit gelondong kering memiliki kandungan gula reduksi, gula non pereduksi dan senyawa pektat masing masing sebesar 12,4%; 2,02% dan 6,52% (Widyotomo, S. 2013). Limbah kulit kopi mempunyai kandungan serat sebesar 65,2% (Siswati dkk., 2010). Dengan proses fermentasi,

mikroorganisme akan mengubah glukosa setelah melalui proses hidrolisis menjadi etanol. Limbah kulit kopi gelondongan di Desa Mupakat Jadi, Pondok Sayur, Kecamatan Bintang dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Limbah Kulit Kopi di Usaha Penggilingan Kopi Modern
Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

2. FGD Tentang Program Pengabdian yang Akan Dilakukan Bersama Masyarakat/ Kelompok Masyarakat

Tim peneliti melakukan fokus grup diskusi (FGD) bersama perangkat desa dan masyarakat di Desa Mupakat Jadi yang diwakili oleh perwakilan kelompok petani kopi. Melalui FGD ini, tim peneliti mensosialisasikan betapa sebenarnya tidak ada yang sia-sia dari kopi, bahkan hingga limbah kulit kopi hasil penggilingan kopi, jika dikelola dengan benar dan baik juga dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi bioetanol, salah satu sumber energi baru terbarukan. Tim peneliti mencoba menjelaskan kepada masyarakat dengan pendekatan integratif antara pemahaman sains dan Al-Quran. Pendekatan integratif yang dilakukan oleh tim peneliti dalam menjelaskan fenomena ini

sangat diperlukan, mengingat kultur dan budaya masyarakat Aceh yang sangat kental dan dekat dengan nilai-nilai keislaman. Segala yang berbau Islam akan lebih mudah diterima oleh masyarakat Aceh umumnya dan masyarakat di kabupaten Bener Meriah khususnya.

Pendekatan integratif yang tim peneliti coba lakukan adalah dengan mengaitkan fakta sains dalam hal ini terkait dengan konteks bidang ilmu kimia, bahwa di dalam kulit kopi masih terkandung gula pereduksi yang jika diproses dengan benar akan dapat menghasilkan alkohol. Adapun dalam konteks nilai-nilai keislaman, peneliti mencoba menghubungkan fenomena bioenergi dari biomasa seperti limbah kulit kopi dengan firman Allah QS. Yasin ayat 80.

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ

Artinya : “yaitu Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu” (QS. Yasin : 80)

Pemilhan kata "*akhdlar*" (hijau) dalam ayat ini bukan disebut secara kebetulan tanpa maksud. Frasa "*min al-syajar al-akhdlar*" yang berarti 'dari pohon yang hijau' itu justru menunjuk kepada zat hijau daun yang sangat diperlukan dalam proses asimilasi gas karbondioksida.

Melalui pendekatan ini, tidak hanya fakta dan fenomena sains ilmiah yang diterima masyarakat namun juga wawasan keislaman yang secara tidak langsung diyakini dapat meningkatkan kualitas keimanan kita.

Perangkat desa dan masyarakat merespon dengan baik informasi yang disampaikan oleh tim peneliti dan sangat mengapresiasi tujuan dari tim peneliti UIN Ar-Raniry melalui program pengabdian ini yang mengenalkan pemanfaatan limbah kulit kopi dengan lebih optimal. Dalam pemahaman masyarakat di desa tersebut selama ini limbah kulit kopi dibiarkan terbuang begitu saja dan sebagian kecil masyarakat hanya memanfaatkan limbah kulit kopi tersebut menjadi pupuk kompos. Tim peneliti juga menjelaskan kepada masyarakat jika dalam kegiatan ini tim tidak hanya melakukan FGD untuk

transfer *knowledge* tentang limbah kulit kopi dan bioetanol namun juga akan memfasilitasi proses pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol tersebut di tengah masyarakat dalam kelompok terbatas.

Pandemi *Corona Virues Diseases* (COVID)-19 yang melanda Indonesia secara umum dan termasuk Aceh, sedikit banyak telah membatasi aktivitas yang dengan melibatkan partisipasi masyarakat secara luas. Hal ini pula yang menyebabkan jika dalam FGD dan kegiatan pendampingan pengolahan limbah kulit kopi hanya melibatkan jumlah peserta yang terbatas sesuai dengan anjuran pemerintah yang juga disampaikan oleh perangkat desa. Masyarakat Desa Mupakat Jadi terlihat sangat antusias dengan FGD yang dilakuka oleh tim peneliti. Hal ini dibuktikan dengan aktifnya diskusi dua arah antar tim peneliti dan perwakilan masyarakat. Dalam FGD tersebut terungkap jika selama ini memang limbah kulit kopi cenderung terbuang begitu saja dan mereka juga ternyata baru mendengar dan mengetahui jika ternyata limbah kulit kopi ini dapat diubah menjadi bioetanol jika dikelola dan diolah dengan benar. Disamping tentang pemanfaatan limbah kulit kopi para peserta FGD juga mengungkapkan masalah lainnya yang dialami masyarakat petani kopi yaitu limbah cair sisa pencucian gelondongan kopi yang juga dianggap oleh masyarakat mencemari lingkungan perairan di sekitar.

Untuk mengoptimalkan kesinambungan pelaksanaan program kegiatan pengabdian ini, tim peneliti juga melakukan FGD dengan dengan mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia asal Kabupaten Bener Meriah. FGD dengan perwakilan kelompok mahasiswa asal Kabupaten Bener meriah ini diharapkan dapat memberikan penyadaran kepada mahasiswa bahwa mereka sebagai *agent of change* dapat mengaktualisasikan ilmu yang telah diperolehnya untuk kegiatan pemberdayaan masyarakat terutama dengan memanfaatkan pengolahan limbah secara tepat dan bijak.

Pada kesempatan ini tim peneliti juga menekankan kepada para peserta FGD bahwa partisipasi aktif masyarakat sangat urgen dalam mendukung cita-cita pembangunan nasional untuk meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat serta pemenuhan ketahanan energi.



Gambar 4.4 FGD Bersama Perwakilan Masyarakat/ Kelompok Masyarakat Petani Kopi Desa Mupakat Jadi Kabupaten Bener Meriah
Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020



Gambar 4.5 FGD Bersama Perwakilan Mahasiswa Asal Kabupaten Bener Meriah

Apabila upaya pemberdayaan masyarakat melalui implementasi pembuatan bioetanol dari limbah kulit kopi ini dimanfaatkan secara optimal, maka tim peneliti menyakini hal ini akan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, memberikan nilai tambah produk, perbaikan mutu dan membantu dalam mewujudkan usaha produktif yang efisien. Sehingga pendayagunaan semua aspek sumberdaya lokal (alam, manusia, teknologi, sosial) secara berkelanjutan yang mampu memberikan nilai tambah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan pada gilirannya akan memberikan kontribusi dalam peningkatan daya saing bangsa.

3. Pengolahan Limbah Kulit Kopi Menjadi Bioetanol

Untuk mengoptimalkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol tim peneliti terlebih dahulu melakukan riset skala laboratorium. Pada riset skala laboratorium ini tim peneliti memodifikasi prosedur riset yang telah dilakukan peneliti sebelumnya agar dapat menjadi lebih sederhana dan praktis sehingga dapat diaplikasikan oleh masyarakat umum. Dari hasil penelitian skala laboratorium diketahui bahwa pengolahan limbah kulit kopi menjadi bioetanol dapat dilakukan secara sederhana dalam wadah yang tertutup rapat dengan mencampurkan limbah kulit kopi yang telah dihaluskan dengan asam cuka, ragi tape dan didiamkan pada suhu ruang selama 3-5 hari.



Gambar 4.6 Proses Fermentasi Dan Destilasi Limbah Kulit Kopi
Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

Penelitian ini menggunakan jenis fermentasi *solid state fermentation* (SSF) merupakan suatu teknik fermentasi pada kondisi tanpa adanya cairan yang bebas mengalir ke dalam sistem dan material padat di dalamnya menjadi substrat pada saat proses fermentasi (Pandey, A. *et al*, 2000). Pada penelitian mikroba (ragi) yang digunakan yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, ragi dari golongan *Ascomycotina* sebagai agen produksi. Ragi dapat mengkonversi glukosa menjadi etanol dan gas CO₂ melalui jalur fermentasi alkohol (Baeyens, J., *et al*, 2015). Reaksi tersebut berlangsung secara anaerob (tanpa adanya gas O₂) serta melibatkan berbagai jenis enzim, salah satunya alkohol dehidrogenase sebagai katalis reaksi konversi asetaldehyd menjadi etanol. Etanol yang diperoleh dari proses destilasi selanjutnya diuji secara sederhana dengan cara dibakar. Hasil uji coba menunjukkan kain kasa yang telah dicelupkan dengan etanol hasil destilasi dapat menghasilkan nyala api yang baik sebagaimana terlihat pada gambar 4.7 di bawah ini.

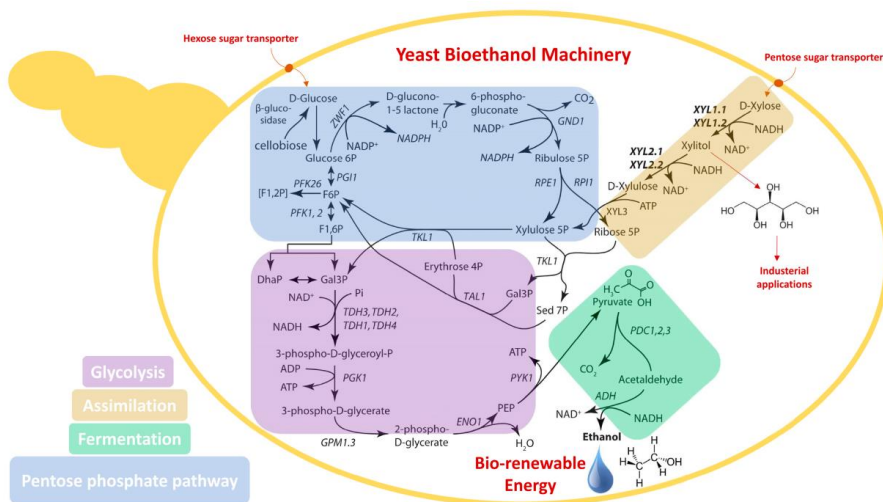


Gambar 4.7 Tim Peneliti (Safrijal, M.Pd dan David Marullah) sedang menunjukkan uji bakar menggunakan etanol hasil destilasi kepada peserta FGD

Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

Penggunaan ragi dipilih karena ragi memiliki efektivitas dan efisiensi yang tinggi dalam menghasilkan etanol. Keunggulan ini dilihat dari banyaknya perolehan etanol yang dihasilkan dan sifatnya yang toleran terhadap konsentrasi glukosa serta alkohol yang tinggi di dalam media tumbuhnya (Bai, F. W. *et al.* 2008). Adapun jalur fermentasi bioetanol dengan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai agen produksi ditunjukkan pada gambar 4.8 berikut. Kenaikan konsentrasi etanol yang terjadi disebabkan karena adanya aktivitas metabolisme mikroorganisme yang memanfaatkan substrat pada bahan baku untuk menguraikan gula reduksi hingga menjadi etanol.

Waktu fermentasi menjadi salah satu faktor yang sangat perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu fermentasi, maka konsentrasi sel mikroorganisme akan semakin menurun dan menuju pada fase *declin* karena etanol yang dihasilkan semakin banyak dan konsentrasi *nutrient* sebagai makanan mikroorganisme semakin menurun (Setyawati, 2010). Oleh karena itu proses fermentasi yang dipraktikkan dalam pengabdian ini hanya berlangsung dalam rentang waktu 3-5 hari. Tim peneliti telah mencoba melakukan proses fermentasi hingga 7 hari, namun hasil yang diperoleh kandungan etanol nya menjadi lebih berkurang. Sebagaimana penjelasan sebelumnya hal ini diduga diakibatkan oleh lamanya masa fermentasi akan menyebabkan konsentrasi nutrient semakin menurun yang tentunya juga berdampak terhadap produksi bioetanolnya.



Gambar 4.8 Jalur fermentasi bioetanol pada ragi *Saccharomyces cerevisiae*

C. Partisipasi Masyarakat dalam Pengolahan Limbah Kulit Kopi di Desa Mupakat Jadi

Masyarakat memiliki potensi dan kekuatan dari sumber-sumber daya alam dan sosial budaya yang dimilikinya. Potensi tersebut perlu digali melalui strategi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Cara menggali inilah yang merupakan inti dalam pemberdayaan masyarakat. Dalam program pengabdian kepada masyarakat berbasis program studi ini, konsep pemberdayaan masyarakat mencoba untuk memahami betul kebutuhan masyarakat dan permasalahan yang dihadapinya terutama dalam pengelolaan limbah kulit kopi. Sehingga pelibatan dan partisipasi masyarakat menjadi sebuah keniscayaan dalam pemecahan masalah yang akan diselesaikan melalui pemberdayaan potensi yang terdapat di daerah terutama dengan memanfaatkan limbah yang selama ini cenderung dibiarkan begitu saja.

Upaya optimalisasi pemanfaatan limbah menjadi salah satu sumber EBT dalam bentuk etanol ini juga didasari oleh amanat undang-undang yaitu dalam Pasal 2 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007, yang mengatur bahwa asas-asas dalam melakukan pengusahaan dan pengelolaan energi adalah: Asas Kemanfaatan; Asas Efisiensi Berkeadilan; Asas Peningkatan Nilai Tambah; Asas Keberlanjutan; Asas Kesejahteraan Masyarakat; Asas Pelestarian Fungsi Lingkungan; Asas Ketahanan Nasional; Asas Keterpaduan. Dalam pandangan tim peneliti, pengolahan limbah kopi menjadi bioetanol ini telah memenuhi ke delapan asas yang terdapat pada Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang energi.

Azas kemanfaatan tercermin dari tujuan pengabdian ini dilakukan yaitu dengan memanfaatkan limbah kulit kopi yang selama ini cenderung dibuang dan dibiarkan begitu saja. Pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang memiliki nilai tambah dalam bentuk bioetanol ini juga merupakan implementasi dari prinsip asas efisiensi berkeadilan, asas peningkatan nilai

tambah, asas keberlanjutan, asas kesejahteraan masyarakat, asas pelestarian fungsi lingkungan dan asas ketahanan pangan. Program ini juga sejalan dengan asas keterpaduan dengan melibatkan partisipasi aktif para pemangku kepentingan (*stakeholders*) seperti akademisi di perguruan tinggi, masyarakat dan pemerintah daerah. Kegiatan ini juga merupakan keterpaduan dalam implementasi ilmu pengetahuan di tengah masyarakat dan juga implementasi keimanan kepada Allah SWT selaku sang pencipta, di mana sungguh tidak ada ciptaan nya yang sia-sia ataupun tanpa hikmah.

Berdasarkan hasil penelitian skala laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya di Laboratorium Kimia Prodi Pendidikan Kimia FTK UIN Ar-Raniry, tim peneliti selanjutnya memfasilitasi proses pengolahan limbah kulit kopi dengan melibatkan partisipasi aktif perwakilan para petani kopi di desa Mupakat Jadi. Tahapan ini umumnya dikenal dengan metode pendampingan PAR.

Menurut Moeljarto Tjokrowinoto (1999) ada beberapa alasan utama mengapa partisipasi masyarakat mempunyai sifat penting. Pertama, masyarakat adalah fokus utama dan tujuan akhir pembangunan, Kedua partisipasi menimbulkan rasa harga diri dan meningkatkan harkat martabat. Ketiga partisipasi melibatkan umpan balik arus informasi tentang sikap, aspirasi, kebutuhan dan kondisi daerah yang tanpa keberadaannya akan tidak terungkap. Keempat partisipasi memperluas zona (kawasan) penerimaan proyek pembangunan. Kelima partisipasi menyediakan lingkungan yang kondusif bagi aktualisasi potensi manusia maupun pertumbuhan manusia. Keenam, partisipasi dipandang sebagai pencerminan hak-hak demokratis individu untuk dilibatkan dalam pembangunan mereka sendiri. Ketujuh partisipasi merupakan cara yang efektif membangun kemampuan masyarakat untuk pengelolaan program pembangunan.

Tahapan ini diawali dengan proses mengeringkan limbah kulit kopi secara sederhana dengan cara diangin-anginkan dan dijemur di bawah terik matahari sebagaimana pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Proses pengeringan limbah kulit kopi di halaman rumah masyarakat

Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

Selanjutnya masyarakat bersama dengan tim peneliti bersama-sama menghaluskan sampel limbah kulit kopi yang telah dikeringkan sebelumnya tersebut. Sama dengan tahapan yang dilakukan pada riset skala laboratorium, sampel tersebut selanjutnya dihidrolisis dan difermentasi dalam wadah tertutup dan didiamkan selama waktu tertentu (3-5 hari). Proses hidrolisis dengan cara menambahkan asam cuka ke dalam sampel yang telah dihaluskan tersebut langsung dipraktikkan sendiri oleh masyarakat. Demikian halnya dalam proses fermentasi, masyarakat langsung mempraktikkannya dengan arahan dari tim peneliti.

Hanya pada pengolahan limbah kulit kopi bersama masyarakat ini, sampel limbah kulit kopi yang digunakan dalam skala yang lebih banyak, 10 kali skala laboratorium.



Gambar 4.10 Kulit kopi yang telah dihaluskan dan difermentasi dalam wadah tertutup

Sumber : Dokumentasi Pribadi Tim Peneliti, 2020

Pada tahap ini, masyarakat terlihat sangat antusias dan tertarik untuk melakukan secara mandiri setiap tahapan proses pengolahan limbah kulit kopi. Hasil wawancara dengan perwakilan masyarakat menyatakan bahwa apa yang tim peneliti sampaikan sejak FGD awal telah membuka wawasan masyarakat yang selama ini bersikap abai dalam pengelolaan limbah hasil pengolahan biji kopi seperti limbah kulit kopi yang ternyata memiliki potensi sebagai salah satu sumber bioenergi.

Bioenergi adalah energi yang diperoleh dari biomassa sebagai fraksi produk biodegradasi, limbah, dan residu dari pertanian (berasal dari nabati dan hewani). Bioenergi berperan penting dalam menggantikan bahan bakar fosil, yang ketersediaannya semakin lama semakin berkurang dan diketahui kurang ramah terhadap lingkungan. Oleh karena itu diperlukan suatu sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable energy*) atau dikenal dengan istilah energi baru terbarukan (EBT). EBT seperti halnya etanol yang diperoleh dari pengolahan limbah kulit kopi dapat digunakan untuk mengganti energi yang bersumber dari fosil tersebut. Padahal selama ini, limbah yang dihasilkan dari pengolahan sumber daya lokal di daerah seperti kopi cenderung dibiarkan begitu saja tanpa dimanfaatkan secara optimal. Pengabdian yang dilakukan oleh tim peneliti dari UIN Ar-Raniry

di desa Mupakat Jadi secara umum telah membuka wawasan masyarakat bahwa sungguh tidak ada yang sia-sia dari ciptaan Allah. Pengabdian ini juga telah memberikan pemahaman dan pengalaman bagi masyarakat di desa tersebut dalam mengolah dan memanfaatkan limbah kulit kopi menjadi bioetanol. Dengan harapan ke depan potensi ini dapat dimanfaatkan secara optimal oleh kelompok masyarakat Kabupaten Bener Meriah, khususnya oleh masyarakat desa Mupakat Jadi dalam mendukung kesuksesan program pemerintah untuk mewujudkan masyarakat yang sejahtera dan mandiri terutama dalam pemenuhan ketahanan energi.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Limbah kulit kopi dapat diolah menjadi bioetanol, salah satu sumber energi baru terbarukan, melalui proses fermentasi dan destilasi sederhana dengan memanfaatkan bahan yang mudah ditemukan seperti ragi tape dan asam cuka.
2. Masyarakat desa Mupakat Jadi terlibat aktif, dapat memahami dengan baik serta dapat mempraktikkan proses pengolahan limbah kulit kopi yang selama ini cenderung terbuang, menjadi bioetanol.

B. Saran-Saran

1. Pada pengabdian ini untuk destilasi bioetanol masih menggunakan peralatan destilasi skala laboratorium, sehingga kedepannya diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menciptakan teknologi tepat guna memisahkan alkohol dan air untuk skala industri yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat.
2. Dilakukan pendampingan secara kontinu kepada kelompok masyarakat petani dan pengusaha kopi untuk dapat mengelola limbah kulit kopi ini secara optimal dengan manajemen terstruktur;
3. Diharapkan adanya sinergitas antar para pihak terkait dalam pengelolaan limbah kulit kopi ini, seperti Pemerintah daerah, akademisi dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkusma, Y.M., Hermawan, dan Hadiyanto. 2016. Pengembangan Potensi Energi Alternatif Dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Di Kabupaten Kotawaringin Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Volume 14 Issue 2 (2016): 96-102.
- Adepoju, A.F., Adenuga, O.O., Mapayi, E.F., Olaniyi O.O., and Adepoju F.A.2017. Coffee: Botany, Distribution, Diversity, Chemical Composition and Its Management. *IOSR-JAVS*, 10(7) : 57 – 62.
- AEKI. 2013. Laporan Realisasi Ekspor Kopi Arabika Provinsi Aceh. Aceh (ID): AEKI.
- Anggorowati, D.A., Dewi. 2013. Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Sabut Kelapa Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Dengan Menggunakan Ragi Tape. *Jurnal Industri Inovatif* Vol. 3, No. 2, September 2013: 9 – 13.
- Aan Jaelani, "Kebijakan Energi Baru Terbarukan di Indonesia: Isyarat Ilmiah Al-Qur'an dan Implementasinya dalam Ekonomi Islam ", *Munich Personal RePEc Archive*, MPRA Paper No. 83314, 2017, hlm.6. https://mpra.ub.unimuenchen.de/83314/1/MPRA_paper_83314.pdf
- Asriyati, "Menyelidik Manfaat Energi Terbarukan ", diakses dari <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2019/09/18/menyelidik-manfaat-energi-terbarukan> ,pada 9 April 2020
- Aziz Muslim, Konsep Dasar Dan Pendekatan Pengembangan Masyarakat, Yogyakarta: Jurnal PMI. Vol. 1 No. 1, 2003
- Bai, F. W. et al. 2008. *Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks*. *Biotechnology Advances*, 26(1):89-105 pp
- Baeyens, J., Kang, Q., Appels, L., Dewil, R., Lv, Y. dan Tan, T., 2015. *Challenges and opportunities in improving the production of bio-ethanol*. *Progress in Energy and Combustion Science*, 47:60-88.

- Britha Mikkelsen, Metode Penelitian Partisipatoris dan Upaya-Upaya Pemberdayaan: Sebuah Buku Pegangan Bagi Para Praktisi Lapangan, Terjemahan Matheos Nalle, Jakarta : Yayasan Obor Indonesia, 2003
- BPS Bener Meriah, 2019. Bener Meriah dalam Angka Tahun 2019. Badan Pusat Statistik Bener Meriah.
- BPS Bener Meriah, 2020. Bener Meriah dalam Angka Tahun 2020. Badan Pusat Statistik Bener Meriah.
- Canaki, M. & J.V. Gaspen (2001). *Biodiesel from oils and fats with high free fatty acids*. Trans. Am. Soc. Automotive Engine, 44, 1429- 1436.
- Disbun Aceh. 2013. Prospek Pengembangan Perkebunan Kopi di Provinsi Aceh. Laporan Tahunan. Aceh (ID): Disbun
- Dekker, R.F.H. 1983. *Bioconversion of hemicellulose: Aspect of hemicellulose production by Trichoderma reesei QM 9414 and enzymic saccharification of hemicellulose*. Biotechnol. Bioeng. 25:1127-1146
- Efendi, Z., Harta, L. 2014. Kandungan Nutrisi Hasil Fermentasi Kulit Kopi (Studi Kasus Desa Air Meles Bawah Kecamatan Curup Timur). Jurnal BPTP Bengkulu.
- Eko Roy Sianipar, "Mengenal Energi Baru dan Terbarukan", diakses dari <https://www.kompasiana.com/roysianipar/551757278133115d669de6c8/mengenal-energi-baru-dan-terbarukan-bagian-1>, pada 13 April 2020
- Harry Hikmat, Strategi Pemberdayaan Masyarakat, Bandung : Humaniora Utama, 2004
- <https://manado.tribunnews.com/2019/08/14/mengenal-4-jenis-tanaman-kopi-di-indonesia>
- J, Nasikun, 1995, Mencari Suatu Strategi Pembangunan Masyarakat Desa Berparadigma Ganda, dalam Jefta Leibo, *Sosiologi Pedesaan*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Jones, Carla S; Mayfield, Stephen P. 2011. *Algae biofuel: versatility for the future of bioenergy*. SciVerse ScienceDirect. Biotechnology.

- Kutut Suwondo, 2005, *Civil Society Di Aras Lokal: Perkembangan Hubungan Antara Rakyat dan Negara di Pedesaan Jawa*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar & Percik.
- Liang, N. and D. D.Kits.2014. *Antioxidant Property of Coffee Components: Assessment of Methods that Define Mechanisms of Action*. *Molecules*, 19, 19180-19208.
- Mazid et al. 1995. *High protein feed from vegetable waste*. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 30 (2-3), 1-11
- Misgiyarta. 2006. *Fermentasi Nata Dengan Substrat Limbah Buah Nanas dan Air Kelapa*, Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
- Merry .T.H.S., Raharto. S dan Agustina. T.2015. *Prospek Pengembangan Komoditas Kopi Robusta Di Pt. Kaliputih Kecamatan Ledokombo Kabupaten Jember*. *JSEP*, 8(2) : 11 - 24.
- Mukhriza, T. (2010). *Studi Potensi Kulit Kopi Dan Biji Kopi Kualitas Rendah Sebagai Bahan Baku Biodiesel*. NAD: Kegiatan Penelitian Dosen Muda Sumber Dana Hibah APBA LPPM Universitas Syiah Kuala.
- Mulyono., Hairunnas., dan Kaslil. 2016. *Akibat Pola Pemangkasan Terhadap Kualitas Dan Rendemen Kopi Arabika (Coffea Arabica L.)*. *Research Sains*, 2(3) : 53 - 68.
- Napitulu, J. 2010. *Bioprocessing Limbah Kulit Kopi Sebagai Sumber Protein Alternatif Dalam Pakan Ikan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Noviani, H., Supartono dan Siadi. 2014. *Pengolahan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Laut Menjadi Bioetanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*.
- Nowak, J. 2000. *Etanol Yield and Productivity of Zymomonas mobilis in Various Fermentation Methods*. www.ejpau.media.pl/series/volume3/issue2/food/art-04.html. 29 Januari 2013.
- Nur, A.M. 1997. *Penelitian setek-sambung akar pada kopi arabika varietas Kartika di dataran tinggi Gayo* (p. 6). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.

- Okpako CE, Ntui VO, Osuagwu AN, Obasi FI (2008). *Proximate composition and caynide content of cassava peels fermented with Aspergillus nigeir and Lactobacillus rhammosus*. J. Food Agric. Environ. 6: 251-255
- Pandey, A. et al, 2000. *New developments in solid state fermentation: I-bioprocesses and products*. Process Biochemistry, 35(10):1153-1169 pp
- Pandey, A. 2003. *Solid-state fermentation*. *Biochemical Engineering Journal*, 13(2):81-84 pp
- Permendagri RI Nomor 7 Tahun 2007 tentang Kader Pemberdayaan Masyarakat, Bandung : Fokus Media.
- Prastowo, B. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan. *Jurnal Perspektif* Vol. 6 No. 2 /Desember 2007. Hal 84 - 92.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. In Press. *Tiga abad kopi Arabika di Indonesia*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Rr.Ernawati.R., Arief. W., dan Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Bogor : Agro Inovasi.
- Raudah dan Ernawati. 2012. Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika Dari Proses Pulping Untuk Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*. Vol. 10 No.1, Juni 2012: 12-21.
- Rahardjo, P., & Gatut-Suprijadji. (2001). Pengaruh panjang sayatan dan konsentrasi naa terhadap perakaran setek daun bermata tunas kopi robusta. *Pelita Perkebunan* 17(2), 49-54.
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Saisa dan Syabriana, K., Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Enzim Zymomonas Mobilis dan Saccharomyces Cereviseae. *Serambi Engineering*, Volume III, No.1, Januari 2018.
- Setyawati. H dan N.A Rahman., 2010, Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa *Saccharomyces Cereviseae* Dan Waktu Fermentasi, Skripsi, Institut Teknologi Nasional, Malang.

- Supriadi, "Program BIRU: Pendekatan Akar Rumput dalam Peningkatan Akses Energi hingga Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, diakses dari <http://www.biru.or.id/2017/12/07/3124/program-biru-pendekatan-akar-rumput-dalam-peningkatan-akses-energi-hingga-pencapaian-tujuan-pembangunan-berkelanjutan.html>. Pada 28 April 2020.
- Sunyoto Usman, 2004, *Pembangunan dan Pemberdayaan Masyarakat*, Yogyakarta: PustakaPelajar.
- Sutoro Eko, 2002, *Pemberdayaan Masyarakat Desa, Materi Diklat Pemberdayaan MasyarakatDesa, yang diselenggarakan Badan Diklat Provinsi Kaltim, Samarinda, Desember 2002.*
- Taherzadeh, M. and Karimi, K. 2007. *Acid-based Hydrolysis Processes for Etanol from Lignosellulosic Material: A Review*, *Bioresources* 2 (3), 472-499, diambil dari Ghani Arasyid dkk, (Online), (<http://digilib.its.ac.id/public/ITSUndergraduate-12522-Paper.pdf> diakses 15 September 2012).
- Tjokrowinoto, Moeljarto. 1999. *Pembangunan : Dilema dan Tantangan*. Yogyakarta : PustakaPelajar.
- Wahyuono, RA et al. 2015. *Feasibility Study on the Production of Bioetanol from Tapioca Solid Waste to Meet the National Demand of Biofuel*. *Energy Procedia*, 65:324-330 pp
- Widyotomo, S. (2013). *Potensi dan Teknologi Diversifikasi Limbah Kopi Menjadi Produk Bermutu dan Bernilai Tambah*. *Review Penelitian Kopi Dan Kakao*, 1(1), 63-80
- Zaenuddin, D., Kompiang, I P dan H. Hamid. 1995. *Pemanfaatan Limbah Kopi dalam Ransum Ayam*. *Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian APBN Tahun 1994/1995*. Balai Penelitian Ternak, Ciawi-Bogor.
- Zainuddin, D., T. Murtisari. 1995. *Penggunaan limbah agro-industri buah kopi (kulit buah kopi) dalam ransum ayam pedaging (Broiler)*. *Pros. Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian*. Semarang. Sub Balai Penelitian Ternak Klepu, Puslitbang Peternakan, Badan Litbang Pertanian. hlm. 7

LAMPIRAN



Gambar 1. Tanda terima uang transportasi lokal bagi peserta FGD di Desa Mupakat Jadi Kabupaten Bener Meriah



Gambar 2. Foto bersama Tim Peneliti dan peserta FGD



BIODATA PENELITI
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	Muammar Yulian, M.Si
2.	Jenis Kelamin L/P	Laki-laki
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP	198411302006041002
5.	NIDN	2030118401
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	203080000033736
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Lhokseumawe, 30 November 1984
8.	E-mail	muammar.yb@ar-raniry.ac.id
9.	Nomor Telepon/HP	085260784800
10.	Alamat Kantor	UIN Ar-raniry Banda Aceh
11.	Nomor Telepon/Faks	-
12.	Bidang Ilmu	Kimia
13.	Program Studi	Pendidikan Kimia
14.	Fakultas	Tarbiyah dan Keguruan

B. Riwayat Pendidikan

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Unsyiah	IPB	-
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh	Bogor	-
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Kimia	Kimia	-
4.	Tahun Lulus	2008	2013	-

C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2018	Uji Aktivitas Antioksidan Daun Benalu Kopi (<i>Loranthus Ferrugineus Roxb.</i>) dengan Metode Dpph (1, 1–Difenil-2-Pikrilhidrazil)	UIN Ar-Raniry

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2019	Chemistry go To School : MA Darul Hikmah Kajhu Aceh Besar	UIN Ar-Raniry
2.	2019	Pengabdian Kepada Masyarakat di Kecamatan Pulo Aceh, Aceh Besar	UIN Ar-Raniry

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Pengembangan Bahan Ajar Electronic Book Menggunakan Software Kvisoft Flipbook pada Materi Hukum Dasar Kimia di SMA Negeri 1 Pantou Reu Aceh Barat	Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA	Vol. 02 No. 01 (2018), hal. 1-6. p-ISSN: 2614-0500, e-ISSN: 2620-553X. DOI: https://doi.org/10.24815/jipi.v2i1.10730
2.	Uji Aktivitas Antioksidan Daun Benalu Kopi (Loranthus Ferrugineus Roxb.) dengan Metode DPPH (1,1 – Difenil -2- Pikrilhidrazil)	Lantanida Journal	Vol. 6 No. 2 (2018), hal. 192-202. p-ISSN: 2356-3133, e-ISSN: 2548-9062. DOI: http://dx.doi.org/10.22373/lj.v6i2.4127
3.	Analisis Logam Timbal dan Tembaga terhadap Daya Serap Rumput Laut Gracilaria sp. sebagai Biosorben	Amina, Ar-Raniry Chemistry Journal	Vol. 1 No. 2 (2019), hal. 45-58. p-ISSN: 2685-0001, e-ISSN: 2684-9976.
4.	Penggunaan Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM) pada Konsep Asam Basa di SMAN 1 Baitussalam	Lantanida Journal	Vol. 7 No. 2 (2019), hal. 112-123. p-ISSN: 2356-3133, e-ISSN: 2548-9062. DOI: http://dx.doi.org/10.22373/lj.v7i2.5421

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.	Profil Bencana Petir Kota Subulussalam	2017	64 Hal	Erzatama Karya Abadi. ISBN: 978-602-6976-34-5

G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Uji Aktivitas Antioksidan Daun Benalu Kopi (<i>Loranthus Ferrugineus</i> Roxb.) dengan Metode DPPH (1,1 – Difenil - 2- Pikrilhidrazil)	2018	Laporan Penelitian	000124478

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh,
Ketua/Anggota Peneliti,

Muammar Yulian, M.Si
NIDN. 2030118401