

**ARTIKEL ILMIAH**

**Produksi Bioetanol dari Limbah Kopi Rakyat Untuk  
Memperkuat Ketahanan Energi di Kawasan Ijen  
Kabupaten Bondowoso – Jawa Timur**

Oleh:

**Soni Sisbudi Harsono**

**Riska Rian Fauziah**



**LEMBAGA PENGABDIAN MASYARAKAT – UNIVERSITAS JEMBER**

**Jl. Kalimantan 37 Jember – Jawa Timur 68121**

**Oktober 2015**

# **IbM Kelompok Tani Memanfaatkan Limbah Cair Kopi Sebagai Bioetanol pada Perkebunan Kopi Rakyat di Kawasan Ijen – Jawa Timur**

## **ABSTRAK**

Penggunaan bahan bakar minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat, sehingga perlu diupayakan mencari sumber energi baru yang dapat diperbarui, sehingga diharapkan dapat menggantikan peran bahan bakar minyak yang keberadaannya di bumi semakin lama semakin menipis. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika menjadi bioetanol, sebagai bahan pencampur bensin, sehingga diharapkan mampu menghemat pemakaian bensin. Perlu diketahui bahwa limbah cair kopi ini sangat mencemari lingkungan apabila dibiarkan tanpa penanganan yang serius. Penelitian ini dilaksanakan di kawasan sentra kopi Desa Rejoagung Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso, Dalam buah kopi terdapat berbagai zat kimia, diantaranya gula (sakarín). Proses fermentasi mengakibatkan terurainya senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Untuk mendapatkan *full-grade* bioetanol maka dilakukan proses fermentasi secara *anaerob* dengan bantuan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*).

**Kata kunci :** *Kopi Arabika, bioetanol, fermentasi, Saccharomyces cerevisiae.*

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu upaya untuk membuat bahan bakar pengganti bahan bakar minyak bumi adalah dengan memanfaatkan limbah cair hasil pengolahan basah kopi menjadi bioetanol. Perlu diketahui bahwa limbah cair kopi ini sangat mencemari lingkungan apabila dibiarkan tanpa penanganan yang serius. Oleh karenanya penelitian sangat bermanfaat karena dapat memanfaatkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan tersebut menjadi bahan yang berguna, yaitu sebagai bahan alternatif pengganti bahan bakar minyak bumi.

Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (118) dan lebih ramah lingkungan karena mengandung emisi gas CO lebih rendah 19–25% (Indartono Y., 2005). Selain itu bioetanol dapat diproduksi oleh mikroorganisme secara terus menerus. Produksi bioetanol di berbagai negara telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari hasil pertanian dan perkebunan (Sarjoko, 1991).

Oleh karena itu dilakukan upaya mencari bahan baku alternatif lain dari sektor non pangan untuk pembuatan bioetanol. Bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol. Salah satu contohnya adalah limbah cair kulit kopi. Ketersediaan limbah kulit kopi cukup besar, karena pada pengolahan kopi akan menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi. Sedangkan produksi kopi Indonesia pada tahun 2009 mencapai total 689 ribu ton. Limbah kulit kopi mempunyai kandungan serat sebesar 65,2 % (Melyani, 2009).

Seperti kita ketahui kopi merupakan salah satu penghasil sumber devisa Indonesia, dan memegang peranan penting dalam pengembangan industri perkebunan. Dalam kurun waktu 20 tahun luas areal dan produksi perkebunan kopi di Indonesia, khususnya perkebunan kopi rakyat mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Kawasan Jawa Timur yang dikenal sebagai wilayah tapal kuda yang meliputi Jember, Banyuwangi, Situbondo dan Bondowoso merupakan

sentra produsen kopi Robusta dan Arabika yang sudah sangat terkenal sejak lama. Perkebunan kopi di wilayah tersebut sebanyak 70 % dari total perkebunan didominasi oleh perkebunan rakyat (Mutakin F., et al, 2008).

Permasalahan utama dalam proses pengolahan kopi adalah penanganan limbah padat dan cair. Limbah kopi mengandung beberapa zat kimia beracun seperti *alkaloids*, *tannins*, dan *polyphenolics*. Hal ini membuat lingkungan degradasi biologis terhadap material organik lebih sulit. Dampak lingkungan berupa polusi organik limbah kopi yang paling berat adalah pada perairan dimana *effluen* kopi dikeluarkan. Dampak itu berupa pengurangan oksigen karena tingginya *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan *Chemical Oxygen Demand (COD)*. Substansi organik terlarut dalam air limbah secara amat lambat dengan menggunakan proses mikrobiologi dalam air yang membutuhkan oksigen dalam air. Karena terjadinya pengurangan oksigen terlarut, permintaan oksigen untuk menguraikan material organik melebihi ketersediaan oksigen sehingga menyebabkan kondisi anaerobik. Kondisi ini dapat berakibat fatal untuk makhluk yang berada dalam air dan juga bisa menyebabkan bau, bahkan lebih jauh lagi, bakteri yang dapat menyebabkan masalah kesehatan dapat meresap ke sumber air minum. Meskipun kopi enak diminum, namun limbahnya “tidak enak” bagi lingkungan kita. Oleh karena itu limbah kopi haruslah diolah agar tidak membahayakan kesehatan.

Berlatar belakang produksi kopi yang sangat besar tersebut maka pengelolaan limbah menjadi hal yang sangat penting untuk dijadikan kebijakan bagi perkebunan kopi pada umumnya dan kopi rakyat pada khususnya agar dalam pengolahan kopi dapat diperoleh produksi yang melimpah dengan tetap memperhatikan keseimbangan lingkungan melalui pemanfaatan bahan limbah seperti kulit kopi menjadi bahan yang bermanfaat. Diharapkan dengan penelitian ini dapat dihasilkan solusi untuk bioetanol sebagai sumber energi terbarukan, murah dan ramah lingkungan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Kondisi masyarakat yang tinggal di daerah terpencil khususnya masyarakat Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso masih menggunakan kayu sebagai bahan bakar untuk keperluan

rumah. Berdasarkan kondisi dan situasi tersebut, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan bagi masyarakat setempat sebagai berikut.

1. Masyarakat Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso Propinsi Jawa Timur ini sangat tergantung pada kayu bakar untuk keperluan memasak, sementara jumlah kayu bakar yang tersedia semakin lama semakin menipis.
2. Limbah cair kopi yang melimpah di sekitar dusun tersebut belum dimanfaatkan secara baik, sehingga limbah cair kopi tersebut dapat dikategorikan sebagai limbah yang membahayakan kesehatan.
3. Rendahnya tingkat pendidikan dan pengetahuan masyarakat menyebabkan kurang optimalnya potensi alam yang ada untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak.
4. Terbatasnya lapangan pekerjaan di desa menyebabkan arus urbanisasi pemuda desa semakin meningkat, sementara potensi alam di desa tersedia cukup melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal.

### **1.3 Perumusan Masalah**

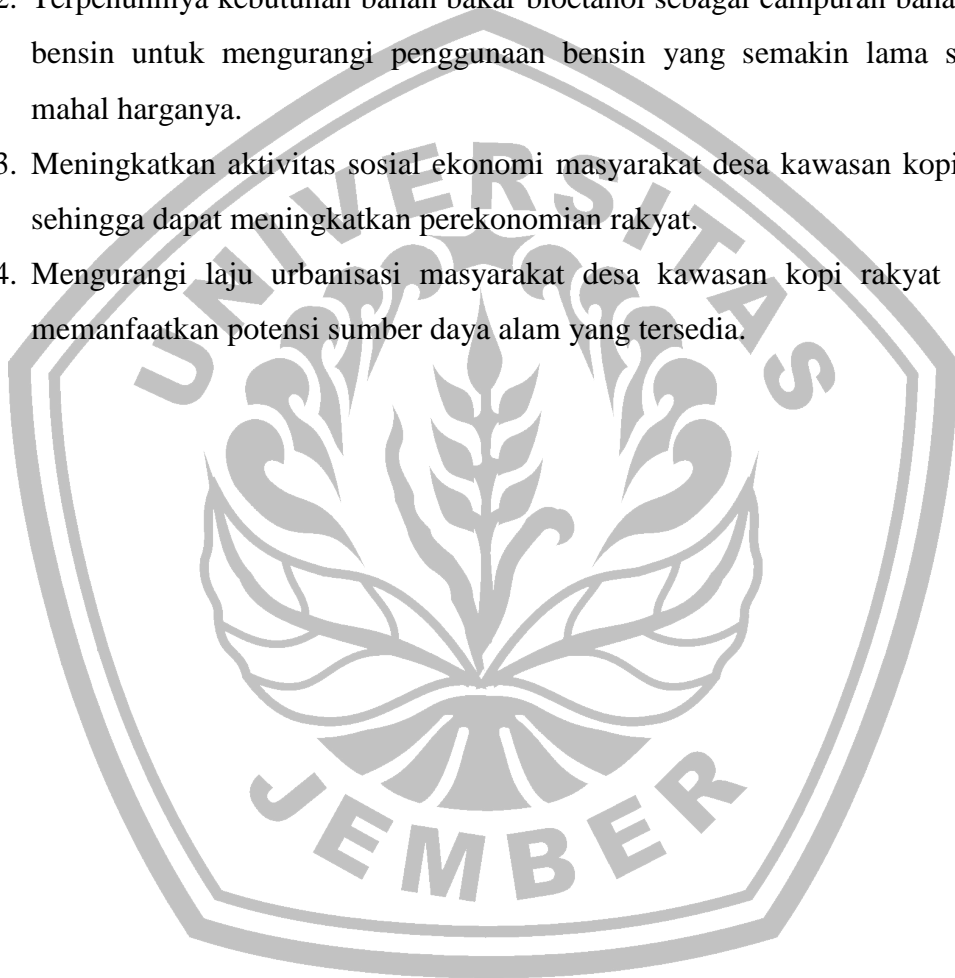
Penggunaan bahan bakar minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat, sehingga perlu diupayakan mencari sumber energi baru yang dapat diperbarui, sehingga diharapkan dapat menggantikan peran bahan bakar minyak yang keberadaannya di bumi semakin lama semakin menipis.

Permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini adalah upaya memanfaatkan limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika menjadi bioetanol sebagai bahan pencampur bensin, sehingga diharapkan mampu menghemat pemakaian bensin. Hal ini sekaligus untuk mengatasi pencemaran lingkungan khususnya di kawasan sentra kopi Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso Propinsi Jawa Timur, karena limbah cair ini apabila tidak ditanggulangi dengan baik dapat mencemari lingkungan sekitarnya.

#### 1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terciptanya sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan murah bagi masyarakat desa di kawasan sentra kopi rakyat di Desa Sumberagung Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso Propinsi Jawa Timur dengan memanfaatkan limbah cair produksi kopi sebagai bioetanol.
2. Terpenuhinya kebutuhan bahan bakar bioetanol sebagai campuran bahan bakar bensin untuk mengurangi penggunaan bensin yang semakin lama semakin mahal harganya.
3. Meningkatkan aktivitas sosial ekonomi masyarakat desa kawasan kopi rakyat sehingga dapat meningkatkan perekonomian rakyat.
4. Mengurangi laju urbanisasi masyarakat desa kawasan kopi rakyat dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam yang tersedia.



## BAB II TELAAH PUSTAKA

### 2.1 Potensi Bahan Bakar Minyak di Indonesia

Indonesia saat ini sedang mengalami defisit energi dengan volume defisit semakin meningkat. Hal ini terjadi karena sementara konsumsi energi terus meningkat, sumber energi, khususnya yang tidak terbarukan, semakin menurun produksinya. Untuk mengatasi hal ini, pengembangan sumber energi yang terbarukan merupakan pilihan yang strategis. Sebagai bangsa yang besar dengan jumlah penduduk mendekati 245 juta jiwa (BPS, 2012), Indonesia akan menghadapi masalah energi yang cukup mendasar bila tidak melakukan upaya diversifikasi bahan bakar dalam waktu 10-15 tahun mendatang. Sumber energi yang tidak terbarukan (*non-renewable*) tingkat ketersediaannya semakin berkurang. Sebagai contoh, produksi minyak bumi Indonesia yang telah mencapai puncaknya pada tahun 1977 yaitu sebesar 1.7 juta barel per hari terus menurun hingga tinggal 1.125 juta barel per hari tahun 2012. Di sisi lain konsumsi minyak bumi terus meningkat dan tercatat 0.95 juta barel per hari tahun 2000, menjadi 1.05 juta barel per hari tahun 2008 dan sedikit menurun menjadi 1.04 juta barel per hari tahun 2012 (BP Migas, 2012).

Tabel 1. Produksi dan Konsumsi Minyak Bumi Indonesia

Tahun	Produksi (juta barel/hari)	Konsumsi (juta barel/hari)
2007	1.4	0.9446
2008	1.3	0,9632
2009	1.2	0.9959
2011	1.1	1.0516
2012	1.125	1.0362

(Sumber: BP Migas, 2012)

Indonesia yang semula adalah tergolong net-exporter di bidang bahan bakar minyak (BBM), sejak tahun 2000 telah menjadi net-importer. Impor bersih ini diperkirakan akan terus meningkat dengan semakin menurunnya produksi ladang-ladang minyak dan semakin meningkatnya konsumsi minyak masyarakat.

## 2.2 Produksi Kopi di Indonesia

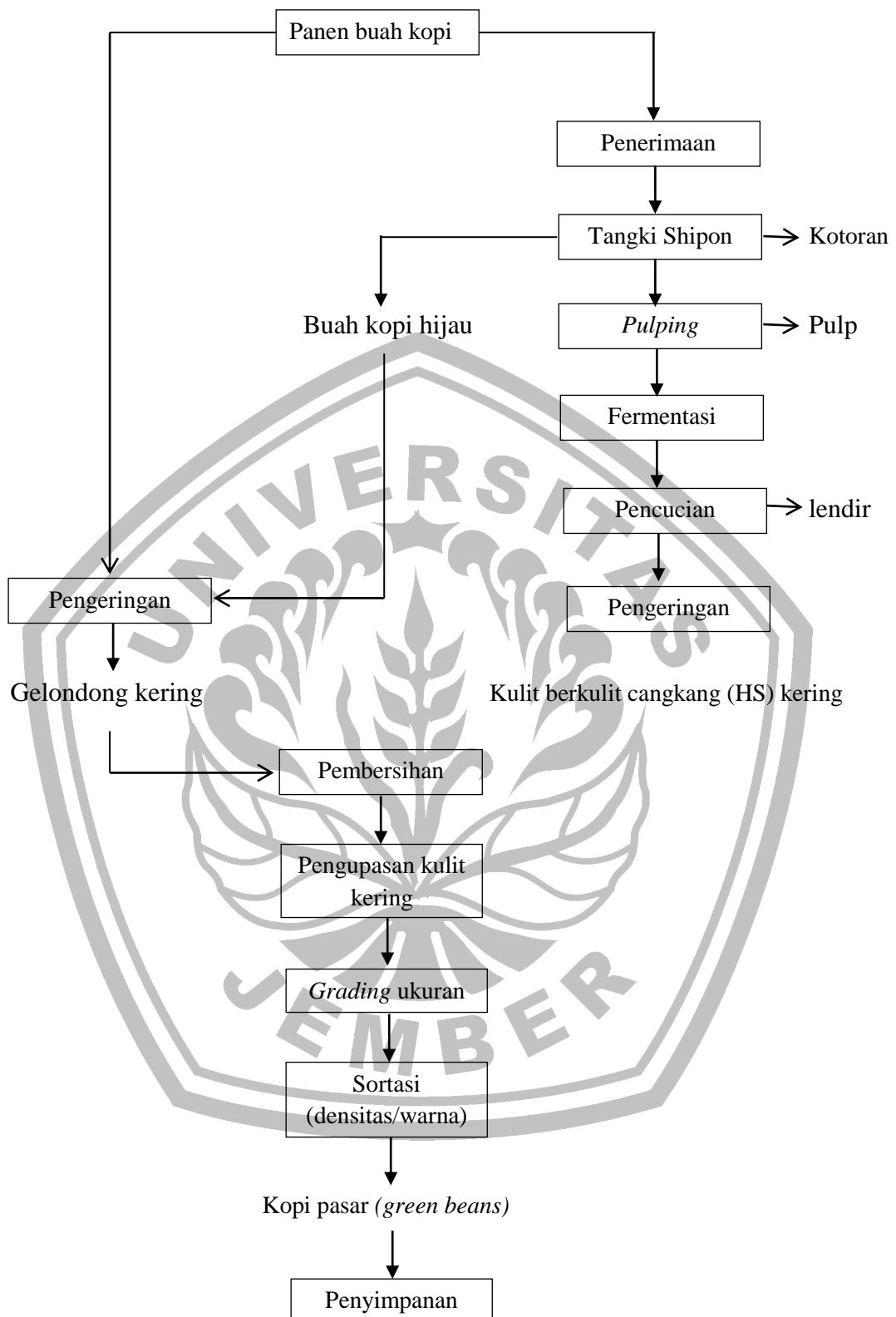
Kopi merupakan salah satu penghasil sumber devisa Indonesia, dan memegang peranan penting dalam pengembangan industri perkebunan. Dalam kurun waktu 20 tahun luas areal dan produksi perkebunan kopi di Indonesia, khususnya perkebunan kopi rakyat mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Pada tahun 1980, luas areal dan produksi perkebunan kopi rakyat masing-masing sebesar 663 ribu hektar dan 276 ribu ton, dan pada tahun 2009 terjadi peningkatan luas areal dan produksi yang masing-masing sebesar 1.241 juta hektar dan 676 ribu ton (Ditjenbun, 2010). Tahun 2010 luas areal kopi di Indonesia mencapai 1.210.000 ha dengan produksi 686.920 ton, ekspor 433.600 ton dengan nilai USD 814,3 juta. Sedangkan pada tahun 2011 angka sementara luas areal kopi 1.677.000 ha dengan produksi 633.990 ton, ekspor 387.870 ton dengan nilai USD 1.198,9 juta.

Kopi termasuk sepuluh komoditas ekspor utama Indonesia dan lima komoditas utama yang berperan sangat vital terhadap perekonomian Indonesia. Menurut Mutakin et al (2008) dan FAO (2010), Indonesia termasuk dalam 5 besar negara produsen kopi di dunia. Sejak tahun 2009 hingga 2011, volume ekspor Indonesia berada pada urutan ketiga setelah Brasil dan Vietnam (ICO, 2012). Luas areal tanaman kopi Indonesia, pada tahun 2009 dan 2010, menurut statistik dari FAO (2010), adalah seluas 1.32 juta dan 1.30 juta hektar dengan produksi 60 juta ton kopi. Total produksi rata-rata kopi jenis Robusta sekitar 86 persen yang diproduksi petani dan sisanya diproduksi oleh perusahaan (Bromokusumo dan Slette, 2010; Slette dan Wiyono, 2011)

## 2.3 Pengolahan Kopi

Saat ini dikenal dua cara pengolahan kopi dari bentuk buah segar sampai siap untuk dikonsumsi, yaitu cara basah (*fully wet process*) dan cara kering (*dry process*) dengan tahapan proses pengolahan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1 (Clarke & Macrae, 1989).



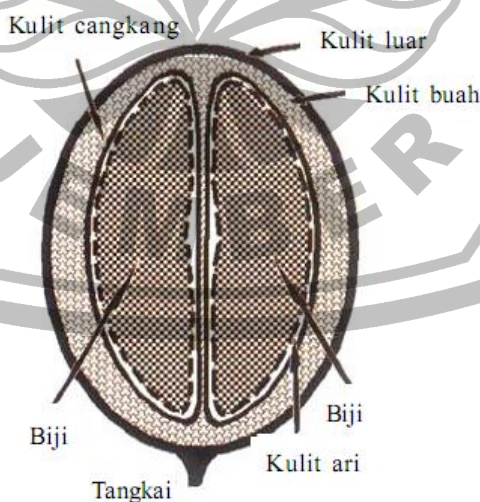


**Gambar 1.** Tahapan pengolahan kopi cara kering dan basah serta produk limbah yang dihasilkan

Pengupasan kulit buah kopi (*pulping*) merupakan salah satu tahapan proses pengolahan kopi yang membedakan antara pengolahan kopi cara basah dengan kering. Mesin pengupas kulit buah kopi basah (*pulper*) digunakan untuk memisahkan atau melepaskan komponen kulit buah dari bagian kopi berkulit cangkang (Widyotomo, 2010). Pada pengolahan cara kering, buah kopi hasil panen segera dikeringkan baik dengan cara penjemuran maupun menggunakan pengering mekanis sampai diperoleh kadar air antara 12-13%. Buah kopi kering atau gelondong kering dan kopi berkulit cangkang kering dikupas dengan menggunakan mesin pengupas (*huller*) untuk memisahkan biji kopi dari komponen kulit buah keringnya sebelum siap untuk dikemas dan dijual (Widyotomo & Mulato, 2004)

#### 2.4 Potensi Limbah Kopi

Potensi limbah yang diperoleh jika dilihat dari tahapan pengolahan kopi cara kering maupun basah adalah kulit buah basah, limbah cair yang mengandung lendir, dan kulit gelondong kering maupun cangkang kering. Buah kopi atau sering juga disebut sebagai kopi gelondong basah hasil panen memiliki kadar air antara 60-65%. Biji kopi masih terlindung oleh kulit buah, daging buah, lapisan lendir, kulit tanduk dan kulit ari.



Gambar 2. Anatomi buah kopi

Dalam buah kopi terdapat berbagai zat kimia, diantaranya adalah gula (sakarina). Apabila buah kopi matang dicicipi maka akan terasa manis. Kandungan gula pada buah kopi banyak terdapat pada kulit dan lendir. Daging buah kopi

(*mesocarp*) merupakan bagian yang berasa agak manis dan mempunyai kandungan air cukup tinggi. Komposisi gula reduksi dari *mesocarp* mencapai 12,14% berat kering (Bressani, R., et al., 1972). Bagian lain dari kopi adalah lapisan lendir (*mucilage*) yang terletak diantara daging buah kopi dan kulit cangkang keras biji kopi dan terdapat gula total sebanyak 4,1 % (Bressani, R., et al., 1972)..

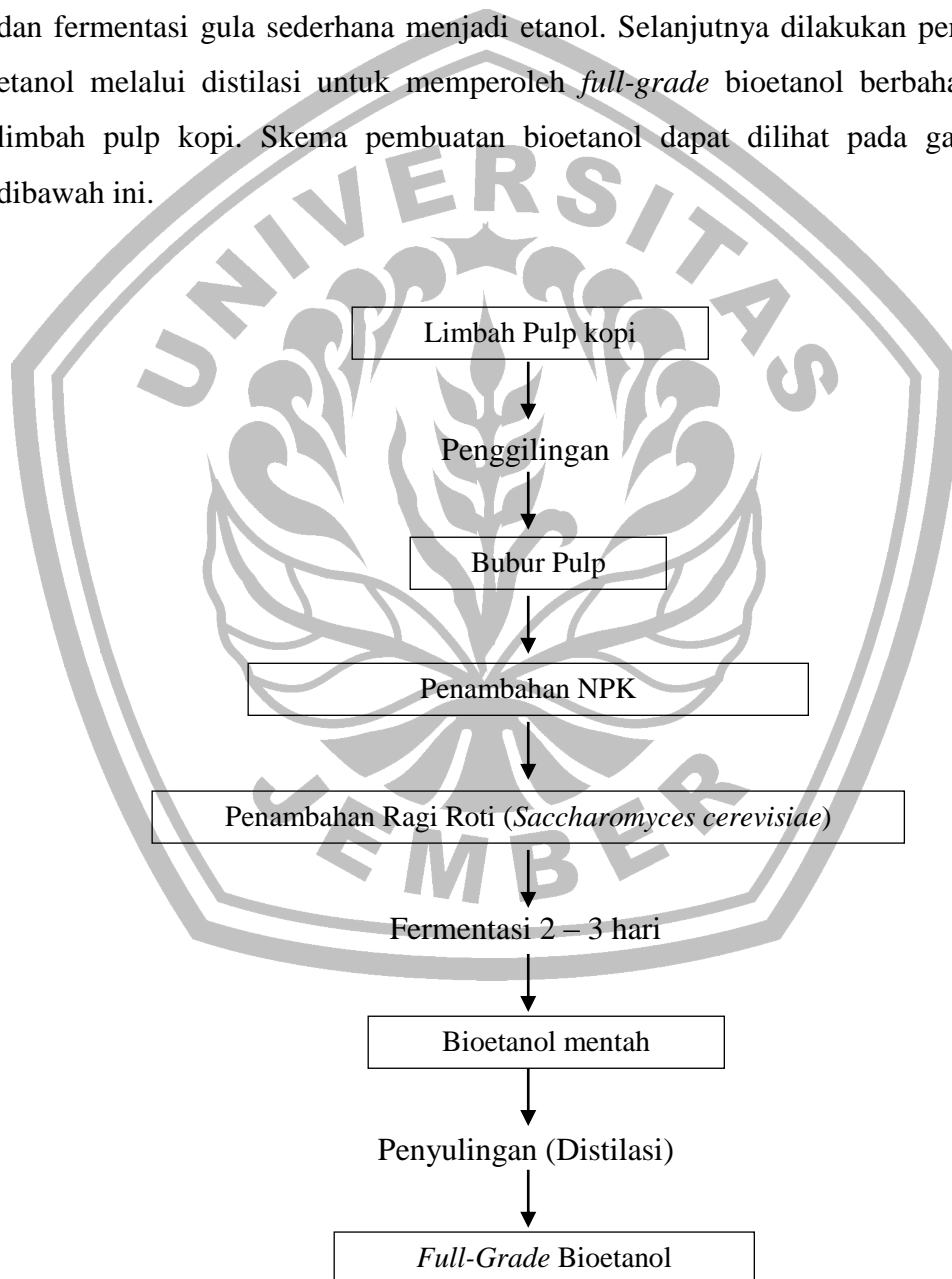
Jika mengikuti proses pengolahan basah secara penuh, konsumsi air dapat mencapai 7-9 m<sup>3</sup> per ton buah kopi yang diolah. Kebutuhan air untuk proses pencucian berkisar antara 5-6 m<sup>3</sup> per ton biji kopi berkulit cangkang. Wahyudi & Yusianto (1993) melaporkan bahwa untuk setiap ton biji kopi kering dihasilkan sekitar 20 m<sup>3</sup> limbah cair. Lebih lanjut Mulato et al. (1996) melaporkan bahwa dari tiap satu ton buah basah akan diperoleh lebih kurang 200 kg kulit kopi kering. Jumlah limbah kopi yang perlu ditangani sebesar 44,6% dari berat buah kopi kering (Bressani, 1979). Penelitian lain melaporkan bahwa limbah kulit buah kopi yang dihasilkan dari proses pengolahan cara basah mencapai 43% bobot buah (Ismayadi et al., 1997), dan air yang diperlukan untuk pengolahan mencapai 20 l/kg kopi pasar (*green beans*) (Ismayadi, 2000). Lebih lanjut Ditjenbun (2006) melaporkan bahwa dalam 1 ha areal pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sekitar 1,8 ton setara dengan produksi tepung limbah 630 kg. Oleh karena itu, limbah padat dan cair yang dihasilkan dari tahapan pengolahan kopi basah sangat tinggi. Upaya pemanfaatan limbah pengolahan kopi baik dalam bentuk padat maupun cair menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi perlu dilakukan sekaligus untuk menekan dampak negatif limbah terhadap pencemaran lingkungan.

Proses pengolahan kering dari buah kopi menjadi biji dilakukan dengan mengupas lapisan kulit buah (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*) dan kulit tanduk (*endocarp*). Ketiga lapisan yang terkupas ini disebut dengan limbah kulit kopi (*husk*). Pulp kopi dihasilkan dari proses pengolahan basah. Persentase lapisan *exocarp*, *mesocarp* dan *endocarp* kira kira mencapai 60 persen dari total berat kopi. Limbah kulit kopi dan pulp kopi sangat besar volumenya di perkebunan kopi rakyat di Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso, sangat potensial untuk dikembangkan menjadi sumber bahan bakar alternatif. Pulp kopi yang sehari-harinya dibuang tanpa ada

pengolahan lebih lanjut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan menggunakan teknologi yang mudah dilaksanakan di daerah sentra kopi rakyat tersebut.

## 2.5 Produksi bioetanol dari limbah kopi

Proses konversi bahan selulosa menjadi bioetanol terdiri atas tiga tahap, yaitu proses perlakuan pendahuluan, hidrolisis selulosa menjadi gula sederhana dan fermentasi gula sederhana menjadi etanol. Selanjutnya dilakukan pemurnian etanol melalui distilasi untuk memperoleh *full-grade* bioetanol berbahan baku limbah pulp kopi. Skema pembuatan bioetanol dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

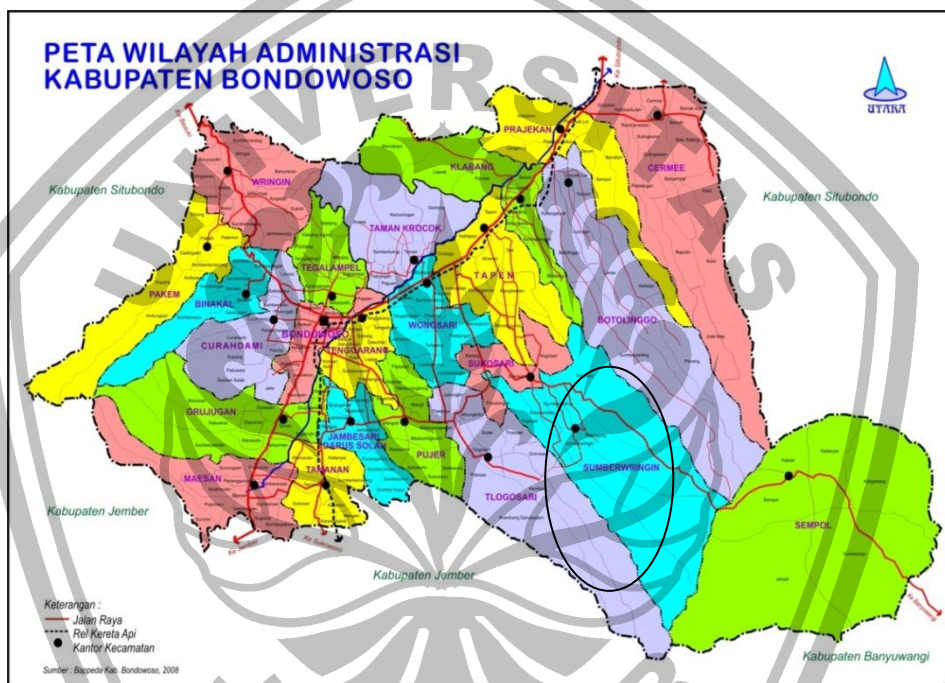


Gambar 3. Skema pembuatan bioetanol

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari tanggal 12 Mei – 25 Agustus 2014. Lokasi penelitian adalah Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin Kabupaten Bondowoso Propinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada jarak 37 km dari SMP Negeri 1 Maesan, Kecamatan Maesan Kabupaten Bondowoso.



Gambar 4. Kawasan kopi rakyat tempat penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah alat pengupas kulit buah kopi (*coffea pulper*), bak untuk mencuci, seperangkat alat fermentasi sederhana (*fermentor*) dan alat penyulingan (distilasi).

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah dalam penelitian ini adalah kopi Arabika yang diperoleh kebun kopi rakyat Dusun Kluncing Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin Kabupaten Bondowoso. Pengambilan kopi ini

dilakukan bekerjasama dengan Organisasi Kelompok Tani Usaha Tani IV yang diketuai oleh Bapak Subaili.

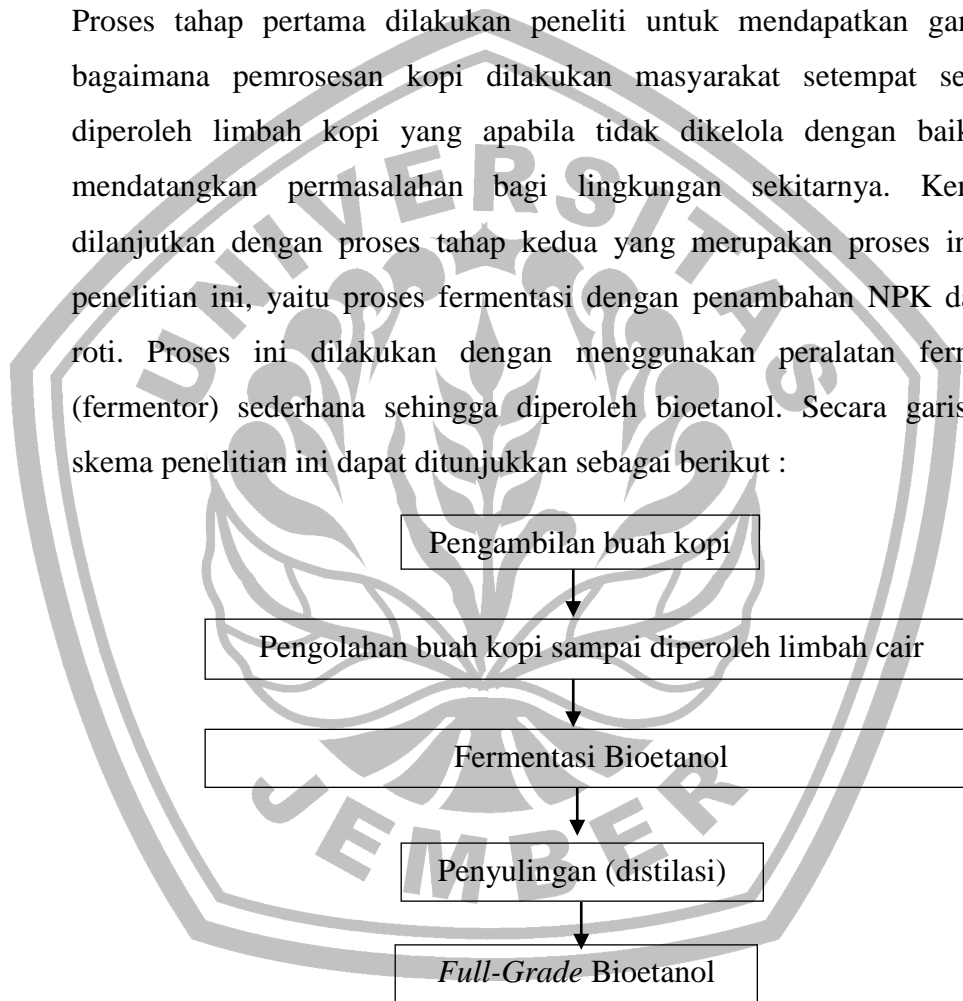
### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Pengolahan buah kopi

Proses penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

1. Tahap 1 : proses pengolahan buah kopi sampai menjadi limbah cair
2. Tahap 2 : proses fermentasi untuk mendapatkan bioetanol

Proses tahap pertama dilakukan peneliti untuk mendapatkan gambaran bagaimana pemrosesan kopi dilakukan masyarakat setempat sehingga diperoleh limbah kopi yang apabila tidak dikelola dengan baik akan mendatangkan permasalahan bagi lingkungan sekitarnya. Kemudian dilanjutkan dengan proses tahap kedua yang merupakan proses inti dari penelitian ini, yaitu proses fermentasi dengan penambahan NPK dan ragi roti. Proses ini dilakukan dengan menggunakan peralatan fermentasi (fermentor) sederhana sehingga diperoleh bioetanol. Secara garis besar skema penelitian ini dapat ditunjukkan sebagai berikut :



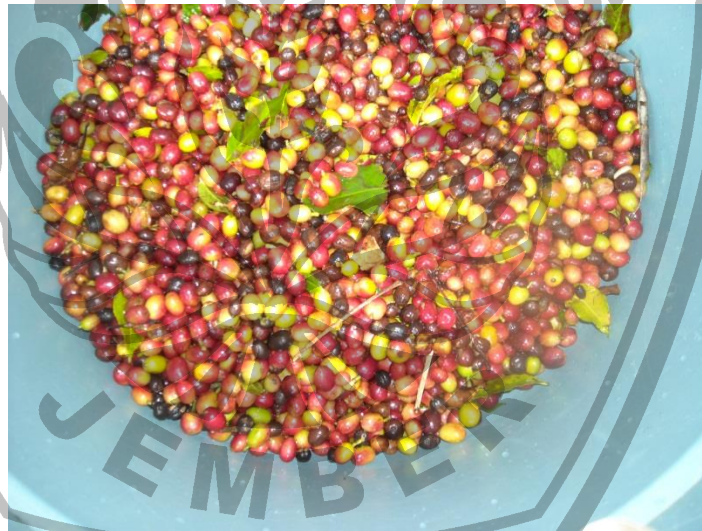
Gambar 5. Skema penelitian pembuatan bioetanol

Tahap pengolahan buah kopi sampai diperoleh limbah cair terdiri dari :

1. Pemisahan buah kopi (sortasi)
2. Pengupasan kulit buah (*pulping*)
3. Fermentasi
4. Pencucian

### 3.3.1.1 Pemisahan buah kopi (sortasi)

Buah kopi yang baru diambil dari kebun harus secepat mungkin dipindahkan ke tempat pemrosesan untuk menghindari pemanasan langsung yang dapat menyebabkan kerusakan (seperti perubahan warna buah, buah kopi menjadi busuk). Kemudian dimasukkan ke bak air untuk dirambangkan. Buah kopi yang mengapung tidak dipakai untuk penelitian. Buah kopi yang diambil dari kebun kopi harus dipisahkan terlebih dahulu. Buah kopi yang diambil dari kebun terdiri buah hijau, kuning dan merah. Buah kopi yang dipilih adalah buah merah dengan komposisi 95 %, sisanya 5 % buah kuning. Buah kopi hijau tidak digunakan. Kemudian dilakukan perambangan pada buah kopi yang dipilih. Perambangan ini dimaksudkan untuk menyeleksi buah kopi yang ringan (mengapung di air), sehingga buah kopi yang dipakai untuk penelitian ini betul-betul yang berbobot dengan komposisi buah kopi merah dan kuning seperti di atas.



Gambar 6. Buah kopi Arabika diambil dari kebun kopi rakyat

### 3.3.1.2 Pengupasan kulit buah (*pulping*)

Buah kopi yang sudah dilakukan penyortiran kemudian dikupas dengan menggunakan alat pengupas buah kopi (*coffea pulper*). Pengupasan ini bertujuan untuk memisahkan kopi dari kulit terluar (*exocarp*) dan bagian daging (*mesocarp*), hasilnya disebut dengan *pulp*. Kemudian dilakukan pemisahan sisa kulit dan buah kopi secara manual. Selanjutnya dilakukan perambangan biji kopi hasil pengupasan untuk memisahkan biji kopi yang ringan.

### 3.3.1.3 Fermentasi

Biji kopi yang sudah terseleksi kemudian dimasukkan ke dalam karung dan diikat, kemudian didiamkan selama 3 hari. Proses ini disebut dengan fermentasi. Fermentasi ini bertujuan untuk melepaskan daging buah berlendir (*mucilage*) yang masih melekat pada kulit tanduk.

### 3.3.1.4 Pencucian (*washing*)

Biji kopi hasil fermentasi ini kemudian dipindahkan dalam bak besar yang diisi air segera diaduk dengan tangan atau diinjak-injak dengan kaki.

Pencucian ini dilakukan selama 3 kali. Limbah hasil pencucian ini disebut dengan bubur *pulp*. Bubur *pulp* yang pertama ditampung dalam jerigen sebagai bahan penelitian untuk proses fermentasi sehingga didapatkan bioetanol.

Bubur *pulp* yang kedua dan ketiga tidak bisa dipakai dalam pembuatan etanol, dan ini termasuk limbah yang tidak membahayakan lingkungan. Selanjutnya bubur *pulp* yang pertama tadi dibawa ke laboratorium untuk dilakukan proses fermentasi sehingga diperoleh bioetanol dengan kadar alkohol seperti yang diharapkan.

### 3.3.2 Fermentasi Bioetanol

Peralatan fermentasi (*fermentor*) yang digunakan dalam penelitian ini kami buat sendiri, berupa seperangkat kotak kaca bertutup rapat dan dibuat saluran keluar berupa selang dihubungkan ke gelas berisi air. Untuk proses fermentasi ini bubur *pulp* hasil pengolahan basah kopi Arabika ditambahkan NPK dan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) sebagai *yeast*. Penambahan NPK ini bertujuan untuk menaikkan pH bubur *pulp* yang semula asam (pH sekitar 3), diharapkan pHnya menjadi 6 untuk kondisi pH optimum bioetanol.

Fermentasi dilakukan dengan memasukkan botol berisi cairan limbah hasil pencucian biji kopi Arabika setelah ditambahkan NPK dan ragi roti ke dalam kotak kaca dan ditutup rapat. Selanjutnya ruangan dalam kotak kaca tersebut dibuat hampa udara dengan cara menghubungkan kotak kaca dengan sebuah selang plastik kecil ke dalam gelas berisi air. Tujuannya



adalah agar udara yang di dalam ruangan kaca dapat keluar melalui selang menuju gelas yang berisi air. Prinsipnya adalah karena di dalam ruangan kaca tertutup rapat, maka tekanan di dalam ruangan kaca menjadi lebih tinggi dari udara luar, sehingga udara dapat bergerak keluar. Langkah ini dilakukan sampai udara di dalam ruangan kaca benar-benar habis (ruangan menjadi hampa).

Untuk mengecek apakah ruangan di dalam kaca benar-benar hampa, maka diletakkan sebuah lilin yang sudah dinyalakan di dalam kaca. Bila udara di dalam ruangan kaca mulai berkurang, maka tampak nyala lilin menjadi semakin redup dan lama-kelamaan lilin padam saat ruangan dalam kaca menjadi hampa udara. Ketika lilin padam, pada saat itulah terjadi fermentasi *anaerob*, dimana ragi *Saccharomyces cerevisiae* mulai bekerja mengubah gula dan fruktosa dalam limbah kopi energi seluler dan juga menghasilkan etanol dan karbondioksida sebagai produk sampingan.

Karena proses ini tidak membutuhkan oksigen, melainkan yeast yang melakukannya, maka fermentasi etanol digolongkan sebagai fermentasi anaerob. Peneliti melakukan fermentasi ini membutuhkan waktu 2 hari (48 jam), hasilnya ditunjukkan dengan posisi cairan bioetanol berada pada bagian atas (lebih ringan) dibandingkan limbah sisa hasil fermentasi.

### **3.3.3 Penyulingan (Distilasi)**

Penyulingan atau distilasi adalah proses pemisahan campuran zat cair yang didasarkan pada perbedaan titik didih zat. Prinsip distilasi adalah menguapkan suatu zat. Kemudian, mengembunkannya kembali. Uap zat yang didinginkan (diembunkan) merupakan cairan murni zat tersebut. Distilasi dapat dilakukan jika titik didih zat-zat yang bercampur berbeda.

Bioetanol mentah yang dihasilkan pada proses fermentasi perlu didistilasi untuk mendapatkan *full-grade* bioetanol. Dari penelitian ini diperoleh bioetanol dengan kadar alkohol 30%.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan bahan bakar minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat, sementara cadangan minyak bumi utamanya di Indonesia semakin lama semakin menipis. Oleh karena itu perlu pemikiran untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan posisi bahan bakar minyak bumi.

Salah satu upaya untuk membuat pengganti bahan bakar minyak bumi adalah dengan memanfaatkan limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika menjadi bioetanol. Kopi termasuk sepuluh komoditas ekspor utama Indonesia dan lima komoditas utama yang berperan sangat vital terhadap perekonomian Indonesia. Salah satu permasalahan utama dalam proses pengolahan kopi adalah penanganan limbah cair. Limbah cair kopi mengandung beberapa zat kimia beracun yang sangat membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Limbah cair kopi yang melimpah di sentra kopi rakyat Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso belum dimanfaatkan secara baik. Penelitian dilaksanakan di daerah tersebut karena limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika sangat mencemari lingkungan sekitarnya. Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah tersebut untuk membuat bioetanol sebagai pencampur bensin, sebagai salah satu solusi menciptakan sumber energi terbarukan untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar minyak.

Dalam buah kopi terdapat berbagai zat kimia, diantaranya gula (sakarín). Apabila buah kopi matang dicicipi maka akan terasa manis. Kandungan gula pada buah kopi banyak terdapat pada kulit dan lendir. Daging buah kopi (*mesocarp*) merupakan bagian yang berasa agak manis dan mempunyai kandungan air cukup tinggi. Tujuan fermentasi pada kopi adalah mengubah senyawa-senyawa gula yang berada pada lapisan antara kulit buah dan kulit biji menjadi alkohol. Hal ini dikarenakan senyawa gula yang terkandung di dalam lendir mempunyai sifat menyerap air dari lingkungan (higroskopis). Permukaan biji kopi cenderung lembab sehingga menghalangi proses pengeringan. Selain itu, senyawa gula merupakan media tumbuh bakteri yang sangat baik sehingga dapat merusak mutu biji kopi.

Prinsip dari proses fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Pada fermentasi kering diduga terjadi perombakan-perombakan senyawa biji kopi secara lebih intensif oleh bakteri dan jamur yang bersifat aerob dan menghasilkan metabolit yang menimbulkan bau yang kurang menyenangkan.

Proses fermentasi ini dapat terjadi, dengan bantuan jasad renik ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Ragi ini akan mengubah gula pada substrat menjadi alkohol pada kondisi aerob yang kemudian menguap. Pada pulpa biji kopi mengandung banyak kandungan gula sehingga dengan adanya oksigen dari udara maka *Saccharomyces cerevisiae* akan memecah senyawa gula yang ada di dalam biji kopi. Reaksi fermentasi bermula dari bagian atas tumpukan karena cukup oksigen. Lapisan lendir akan terkelupas dan senyawa-senyawa hasil reaksi bergerak turun ke dasar karung plastik dan terakumulasi di bagian dasar karung plastik. Hal ini akan menghambat reaksi fermentasi biji kopi yang terletak di bagian bawah. Akhir fermentasi ditandai dengan mengelupasnya lapisan lendir yang menyelimuti kulit tanduk. Dalam waktu satu malam, seluruh gula dan karbohidrat dalam kulit buah kopi, akan difermentasi oleh ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Dengan proses ini maka akan mempermudah proses pencucian biji kopi

Tanpa bantuan *yeast* (ragi) pun, fermentasi kering akan mampu membuang lapisan gula yang menyelimuti kulit biji kopi. Akan tetapi fermentasi selama 24 jam itu, tidak akan berlangsung sempurna. Tidak sempurnanya fermentasi tanpa *yeast*, disebabkan oleh 2 hal yakni pertama, di udara terbuka memang terdapat spora ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*. Namun populasinya, pasti tidak sebanyak apabila secara khusus dicampurkan dalam hasil pulping buah kopi tersebut. Kedua, di udara terbuka juga terdapat bakteri *Acetobacter aceti* yang akan mengubah gula menjadi asam asetat. Dengan aktifnya bakteri *Acetobacter aceti*, maka ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) akan terdesak dan tidak berkembang sehingga fermentasi tidak berjalan sempurna. Dengan bantuan *yeast*, justru bakteri *Acetobacter aceti* yang terdesak, dan tidak berkembang. Sebab naiknya populasi salah satu ragi, akan menghambat pertumbuhan bakteri jenis lain. Fermentasi dengan bantuan *yeast* dapat mempersingkat waktu.

Limbah cair hasil fermentasi ini kemudian dibawa ke sekolah untuk dilakukan fermentasi secara *anaerob* untuk memperoleh *full-grade* bioetanol. Proses fermentasi ini menggunakan alat fermentasi sederhana yang kami buat sendiri, berupa kotak kaca yang tertutup rapat dengan dilengkapi slang keluar. Proses ini dilakukan dengan menambahkan NPK dan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Tujuan penambahan NPK ini adalah untuk menaikkan pH larutan limbah yang bersifat asam ( $\text{pH} \approx 3$ ) menjadi 6 (pH optimum alkohol). Penambahan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) pada kondisi *anaerob* dimaksudkan untuk memaksimalkan proses fermentasi, sehingga yang berkembang dalam fermentasi ini hanya ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan tidak ada bakteri yang lain yang ikut berperan. Dengan demikian fermentasi diharapkan berjalan sempurna. Dari fermentasi dihasilkan alkohol mentah (masih bercampur dengan larutan lain, tapi posisi sudah di atas).

Proses selanjutnya adalah memisahkan larutan berdasarkan titik didihnya melalui proses distilasi. Dalam proses ini alat distilasi (*distilator*) dipanaskan sampai temperatur bagian atas mencapai  $70^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ , maka uap alkohol akan naik ke atas dan uap air turun ke bawah. Uap alkohol yang naik tadi kemudian dilewatkan ke saluran yang sudah berpendingin, sehingga kembali mencair dan dialirkan menuju botol penampungan. Setelah dilakukan pengujian, kadar alkohol yang kami peroleh dari penelitian ini adalah 30%.

Hasil penelitian ini belum diujikan sebagai bahan pencampur bensin untuk kendaraan bermotor, karena jumlah alkohol yang dihasilkan belum memadai.

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika menjadi bioetanol, sebagai bahan pencampur bensin sehingga diharapkan mampu menghemat pemakaian bensin.
2. Pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan kopi Arabika ini juga menjadi solusi mengatasi pencemaran lingkungan khususnya di kawasan sentra kopi Dusun Kluncing, Desa Sukorejo Kecamatan Sumberwringin, Kabupaten Bondowoso, karena limbah cair ini dapat mencemari lingkungan.

### **5.2 Saran**

Pembuatan bioetanol dari limbah cair hasil pengolahan basah kopi Arabika memberikan harapan baru bagi penciptaan sumber energi yang dapat diperbarui. Hal ini sekaligus memberikan solusi mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah tersebut. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, terutama untuk tahap uji coba bioetanol ini pada kendaraan bermotor.

## DAFTAR PUSTAKA

- BP Migas, 2012, Laporan Produksi Minyak Indonesia.
- BPS (Biro Pusat Statistik), 2012, Indonesia Dalam Angka
- Bressani, R., Ellas, L.G. dan Gomez Brenes, R.A. 1972. *Improvement of protein quality by amino acid and protein supplementation*. In Bigwood, E.J. ed., International Encyclopedia of Food and Nutrition, Protein and Amino Acid Functions. Vol. II, Chapter 10. Oxford, England, Pergamon Press.
- Bromokusumo dan Slette, 2010, Indonesia Coffee Annual 2010, Global Agricultural
- Clarke R.J. & R. Macrae (1989). Coffee Technology. Vol. 2. Elsevier Applied Science. London and New York
- Ditjenbun (2006). Pedoman pemanfaatan limbah dari pembukaan lahan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Indartono Y, 2005. Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan :Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di lapangan. Fisika, LIPI.
- Ismayadi, C. (2000). Perkembangan teknologi pengolahan kopi arabika di Indonesia. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 16, 239-251.  
<http://lordbroken.wordpress.com/> /2011/03/04/proses-fermentasi-pada-biji-kopi). (Diakses 19 Juli 2014)
- Melyani, V. 2009. Petani Kopi Indonesia Sulit Kalahkan Brazil. (URL:<http://www.Tempointeraktif.com/hg/bisnis/2009/07/02/brk,20090702-184943,id.html>, diakses 16 Juli 2014).
- Mutakin F, Salam AR, Driyo AD, 2008, Peta Ekspor Impor 2008 dan Proyeksi Ekspor Kopi Indonesia Tahun 2009, Economic Review No. 214, Desember 2008
- Sarjoko,1991.Bioteknologi Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum.
- Wahyudi, T. & Yusianto (1993). Karakteristik limbah cair pabrik pengolahan kopi. Pelita Perkebunan, 9, 113-123
- Widyotomo, S. (2010). Evaluasi kinerja mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder horisontal. Jurnal Enjiniring Pertanian, 8, 27-38.
- Widyotomo, S.; Sri-Mulato & E. Suharyanto (2006). Optimasi mesin sortasi biji kopi tipe meja konveyor untuk meningkatkan kinerja sortasi manual. Pelita Perkebunan, 22, 57-75.
- Widyotomo, S. & Sri-Mulato (2004). Kinerja mesin pengupas kulit kopi kering tipe80 Widyotomo silinder horisontal. Pelita Perkebunan,20, 75-96.