

NASKAH PUBLIKASI
STUDI POTENSI PRODUKSI BERSIH
DI PABRIK ALKOHOL JATIROTO
LUMAJANG JAWA TIMUR

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Pernyataan Memperoleh
Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh:

Nama : Faridis ing nirwana

NIM : 12513041

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2019

STUDI POTENSI PRODUKSI BERSIH DI PABRIK ALKOHOL JATIROTO LUMAJANG JAWA TIMUR

STUDY OF THE POTENTIAL FOR CLEANER PRODUCTION IN THE JATIROTO ALCOHOL FACTORY, LUMAJANG, EAST JAVA

Faridis ing nirwana

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP – UII, faridis24@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan penduduk Indonesia yang tinggi mengakibatkan kegiatan industri meningkat. Salah satunya Pabrik Alkohol Jatiroto Lumajang Jawa Timur, permintaan alkohol dari konsumen setiap tahunnya bertambah. Bila produksi alkohol meningkat, maka limbah yang dihasilkan bertambah. Salah satunya limbah cair vinasse dengan keadaan COD dan BOD tinggi, suhu tinggi, warna coklat gelap serta bau khas menyengat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi yang diterapkan terkait produksi bersih pada Pabrik Alkohol Jatiroto, sehingga limbah yang keluar dapat diminimalisasi, serta memiliki nilai ekonomis. Metode penelitian ini dimulai dengan studi literatur yang dilanjutkan dengan survey langsung guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan seperti kegiatan proses produksi alkohol, bahan baku, bahan penunjang, jenis dan karakteristik limbah yang dikeluarkan. Melalui data yang telah didapatkan, maka diketahui jumlah bahan masuk maupun limbah yang keluar didalam siklus produksi alkohol. Dari angka tersebut maka dapat dilakukan analisis potensi produksi bersih melalui konsep 5R (re-think, reduce, reuse, recycle dan recovery). Melalui konsep ini dilakukan analisis berdasarkan jurnal penelitian yang telah ada sebelumnya mengenai teknologi-teknologi yang berkaitan tentang pengelolaan limbah. Dari penelitian ini dapat diketahui berapa banyak potensi limbah Pabrik Alkohol Jatiroto yang dapat dikelola. Total timbulan vinasse di Pabrik Alkohol Jatiroto sebanyak 187.182 liter/hari. Potensi produksi bersih berdasarkan konsep 5R yang dapat diterapkan adalah teknologi pemanfaatan vinasse menjadi air pengencer pada medium fermentasi alkohol sebesar 187.182 liter/hari, vinasse menjadi pupuk majemuk hayati cair sebesar 187.182 liter/hari, vinasse menjadi biogas sebesar 1.834,38 kilogram/hari.

Kata Kunci: 5R, Produksi Alkohol, Produksi Bersih, Vinasse

Abstract

Indonesia's high population growth results in increased industrial activities. One of them is Lumajang East Java Alcohol Jatiroto Factory, the demand for alcohol from consumers increases every year. If alcohol production increases, the waste produced increases. One of them is vinasse liquid waste with high COD and BOD conditions, high temperature, dark brown color and stinging characteristic odor. This study aims to determine the potential that is applied related to clean production at the Jatiroto Alcohol Factory, so that the waste that comes out can be minimized, and has economic value. This research method begins with a study of literature, followed by a direct survey to obtain the required data such as alcohol production processes, raw materials, supporting materials, types and characteristics of waste released. Through the data that has been obtained, it is known the amount of material entering and the waste that comes out in the alcohol production cycle. From these figures, we can analyze the potential of net production through the 5R concept (re-think, reduce, reuse, recycle and recovery). Through this concept, an analysis is carried out based on pre-existing research journals regarding technologies related to waste management. From this study, it can be seen how much potential the Jatiroto Alcohol Factory waste can be managed. The total accumulation of vinasse in the Alcohol Jatiroto Factory is 184,182 liters / day. The cleaner production potential based on the 5R concept that can be applied is the vinasse utilization technology to dilute

water in an alcoholic fermentation medium of 187.182 liters / day, vinasse into liquid biological compound fertilizer of 187.182 liters / day, vinasse into biogas at 1.834,38 kilograms / day.

Keywords : 5R, Alcohol Production, Cleaner Production, Vinasse

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk Indonesia yang tinggi mengakibatkan kegiatan industri meningkat. Salah satunya Pabrik Alkohol Jatiroto Lumajang Jawa Timur, permintaan alkohol dari konsumen setiap tahunnya bertambah. Bila produksi alkohol meningkat, maka limbah yang dihasilkan pada pabrik pun akan bertambah. Salah satunya adalah limbah cair yang dihasilkan oleh Pabrik Alkohol Jatiroto Lumajang Jawa Timur yang berjumlah rata-rata 187.182 kg/hari, pada keadaan pH rendah BOD dan COD tinggi, suhu tinggi, warnanya coklat gelap. Jika diolah dengan teknik pengolahan limbah, tentu membutuhkan biaya cukup besar dan lahan yang luas. Hasilnya masih diatas ambang batas dan jika dibuang ke lingkungan menimbulkan pencemaran lingkungan.

Untuk mengatasi dan mencegah hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku dan bahan penunjang serta energi dari seluruh tahapan produksi. Dengan menerapkan konsep tersebut diharapkan sumber daya alam dapat terlindungi dan dimanfaatkan secara berkelanjutan. Siklus ini disebut siklus *cleaner production* (Iqbal et al., 2012).

Secara proses produksi dihasilkan dari satu atau kombinasi konversi material mentah, air dan energi, penghilangan material mentah beracun dan berbahaya, dan pengurangan jumlah, toksisitas semua emisi dan limbah di sumbernya selama proses produksi. Secara produk, produksi bersih bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan, kesehatan dan keselamatan produk selama keseluruhan siklus hidupnya, dari ekstraksi material mentah. Hal ini dilakukan melalui pembuatan, penggunaan, sampai pembuangan akhir dari produk.

2. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Dengan melakukan pencarian data langsung di lapangan, serta melakukan wawancara dengan pihak terkait. Berikut tahapan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain.

1. Melakukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan proses produksi Pabrik Alkohol Jatiroto Lumajang Jawa Timur beserta melakukan dokumentasi sebagai data primer. Kegiatan tersebut meliputi proses produksi alkohol secara detail, unit yang digunakan, jumlah bahan masuk/bahan keluar/maupun bahan sisa maupun limbah yang dihasilkan, serta bagaimana cara mengolah residu maupun limbah yang sudah diterapkan dalam proses produksi alkohol.
2. Mencari data sekunder melalui metode wawancara guna mendapatkan data kuantitatif berupa timbulan limbah harian, konsumsi bahan baku dan bahan pendukung dalam proses produksi sehingga dapat dibuat menjadi bentuk diagram alir atau *flowchart* siklus proses produksi spiritus.
3. Melakukan studi pustaka berdasarkan penelitian lain yang telah dilakukan untuk mengetahui jenis limbah apa saja yang dikeluarkan di Pabrik Alkohol Jatiroto Lumajang Jawa Timur guna dapat diolah atau berpotensi menjadi produk melalui limbah tersebut.
4. Melalui data yang telah didapatkan, maka diketahui jumlah bahan masuk maupun limbah yang keluar di dalam siklus produksi alkohol. Dari angka tersebut maka dapat dilakukan analisis pengolahan data melalui konsep *cleaner production* dengan mempertimbangkan konsep 5R. Dimulai dari *rethink* dengan melihat regulasi pabrik yang diterapkan untuk membuat produksi lebih efisien, selain itu dengan melihat apakah ada bahan baku atau penunjang yang berpotensi dapat

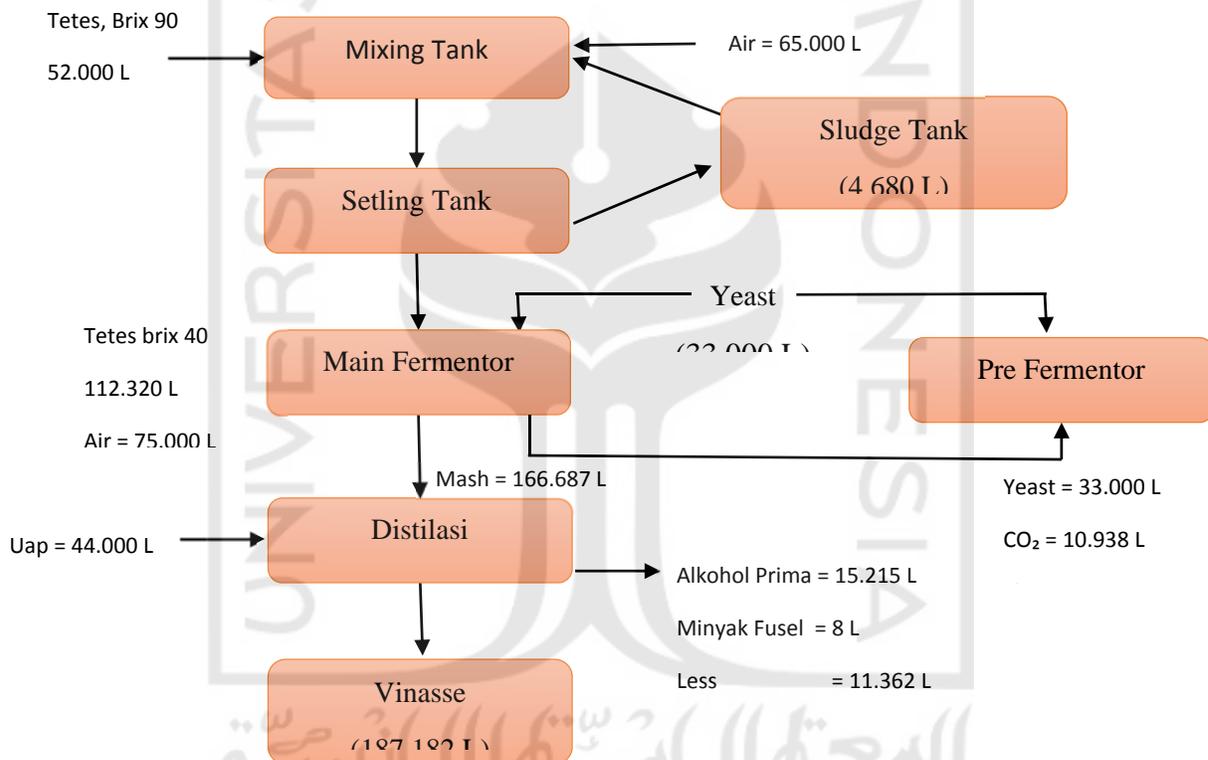
direduksi, apakah jumlah residu atau limbah yang dikeluarkan dapat di *reuse* atau di *recycle* menjadi sebuah produk lain yang bernilai ekonomis, atau melalui *recovery* bahan-bahan sisa yang masih memiliki nilai ekonomis.

5. Akan dihasilkan beberapa potensi apa saja yang dapat dilakukan pada keseluruhan sistem produksi alkohol agar produksi alkohol di Pabrik Alkohol Jatiroto Jawa Timur lebih efisien dan ramah lingkungan sesuai dengan konsep *cleaner production*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Produksi

Pada proses produksi alkohol dibuat menjadi sebuah diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Proses Produksi Pabrik Alkohol Jatiroto

Berikut diagram alir proses produksi pabrik alkohol jatiroto. Pertama dilakukan penimbangan tetes kemudian pencampuran dan pengenceran tetes dalam mixing tank yang telah berisi air panas 70^o derajat celcius, kemudian dilakukan pengendapan dalam 2 buah setling tank dengan pompa, lalu diumpankan ke main fermentor dan pre fermentor, lalu dimasukkan pada destilasi sebanyak 5 kolom, dan menghasilkan alkohol dan limbah vinasse.

3.2 Karakteristik Limbah

Limbah cair pada Pabrik Alkohol Jatiroto memiliki 3 karakteristik yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi. Penggolongan karakteristik limbah cair Pabrik Alkohol Jatiroto antara lain:

1. Fisik: Berwarna gelap coklat, suhu relative tinggi, berat jenis relative tinggi (zat organik terlarut), zat padat tersuspensi relative tinggi dan berbuih.
2. Kimia: pH cenderung rendah, mengandung senyawa organik dan karbohidrat.
3. Biologis: Mengandung bakteri apathogen.

Beberapa karakteristik parameter penyusun limbah Pabrik Alkohol Jatiroto berdasarkan pengujian laboratorium adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kualitas Air Limbah Pabrik Alkohol Jatiroto

| No | Parameter | Nilai |
|----|----------------------------|-------------|
| 1 | Suhu | 37°C |
| 2 | Bau | Berbau |
| 3 | Warna | Kecoklatan |
| 4 | pH | 5.54 |
| 5 | Sulfida (H ₂ S) | 1.478 mg/L |
| 6 | BOD | 775,6 mg/L |
| 7 | COD | 2310.0 mg/L |

Sumber : Data Sekunder UKL-UPL Review 2013 Pabrik Alkohol Jatiroto

Berdasarkan lampiran I pada Peraturan Gubernur JawaTimur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri, terutama bagi usaha dan/atau kegiatan industri ethanol, batas maksimum air limbah yang dikeluarkan tidak boleh melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah, yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Ethanol

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI ETHANOL Volume Limbah Maksimum=15 M ³ per ton produk ethanol | |
|---|-----------------------|
| Parameter | Kadar Maksimum (mg/L) |
| BOD5 | 100 |
| COD | 300 |
| TSS | 100 |
| Sulfida (sbg S) | 0,5 |
| pH | 6,0 – 9,0 |

Sumber: Pergub JawaTimur No.72 Tahun 2013

Jika dibandingkan dengan nilai baku mutu gubernur, diketahui bahwa kualitas air limbah Pabrik Alkohol Jatiroto yaitu *vinasse* memiliki nilai yang jauh lebih tinggi di atas batas yang diperbolehkan. Karena nilai yang terlalu tinggi tersebut, dengan volume yang besar, menimbang untuk mengolah limbah

tersebut memerlukan unit yang kompleks dengan biaya yang tinggi, melalui *Cleaning Production* ini diharapkan limbah tersebut dapat dimanfaatkan menjadi produk lain yang memiliki nilai ekonomis.

3.3 Analisis Potensi Produksi Bersih

Berdasarkan diagram alir proses produksi spiritus dan sistem pengolahan limbah eksisting yang ada di Pabrik Alkohol Jatiroto telah diketahui apa saja dan berapa banyak bahan masuk dan limbah yang keluar serta bagaimana limbah tersebut diolah. Melalui data tersebut, maka selanjutnya dapat dianalisis potensi produksi bersih berdasarkan konsep 5R yaitu *Rethink, Reduce, Reuse, Recycle* dan *Recovery*. Analisis potensi produksi bersih dilakukan berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya.

a. Rethink

Re-think (berpikir ulang) adalah suatu konsep pemikiran yang harus dimiliki pada saat awal kegiatan akan beroperasi dengan implikasi:

- a. Perubahan dalam pola produksi dan konsumsi berlaku baik pada proses maupun produk yang dihasilkan, sehingga harus dipahami betul analisis daur hidup produk.
- b. Upaya produksi bersih tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan dalam pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak terkait baik dari pihak pemerintah, masyarakat maupun kalangan dunia (industriawan).

Dengan melakukan upaya peningkatan kesadaran karyawan mengenai konsep produksi bersih dengan pembinaan teknis melalui jalur pendidikan dan pelatihan, melaksanakan proyek-proyek percontohan (*demonstration project*) serta penyebarluasan informasi melalui seminar, penyuluhan, evaluasi, atau kegiatan lainnya yang berkaitan dengan produksi bersih. Membuat alternatif mengenai Produksi Bersih guna mengurangi limbah yang ditimbulkan kegiatan Pabrik Alkohol dengan perangkat manajemen dan teknologi lingkungan, audit lingkungan, sistem lingkungan (ISO 14001), evaluasi kinerja lingkungan, *ecolabel* dan produktivitas lingkungan di Indonesia.

Bila di kabupaten Lumajang sendiri, upaya pemerintah kabupaten Lumajang dalam menunjang produksi bersih tercantum dalam Peraturan Daerah Kabupaten Lumajang Nomer 03 Tahun 2009 tentang Kewenangan Pemerintah Kabupaten Lumajang Dalam Urusan Pemerintah Wajib dan Urusan Pemerintah Pilihan yaitu “Pembinaan dan pengawasan penerapan sistem manajemen lingkungan, ecolabel, produksi bersih, dan teknologi berwawasan lingkungan yang mendukung pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan pada skala kabupaten.”

Partisipasi masyarakat sebagai konsumen dalam menunjang pola pikir produksi bersih misalnya dapat dilakukan dengan cara hanya membeli barang atau produk yang ramah lingkungan (*environmentally products*) dari hasil daur ulang produk suatu industri disamping mendorong dan berpartisipasi dalam kegiatan-kegiatan program efisiensi, daur ulang, dll. Khususnya masyarakat yang berada di kawasan Pabrik Alkohol Jatiroto dapat membantu apabila ada agenda kegiatan ramah lingkungan yang dilakukan Pabrik Alkohol Jatiroto.

b. Reduce

Tinjauan dari segi *reduce* adalah dengan mengkaji ada tidaknya upaya untuk mengurangi timbulan limbah pada sumbernya atau upaya untuk pengurangan pemakaian energi. Pengurangan timbulan limbah akan menaikkan efisiensi produksi dan mengurangi pemakaian bahan baku dan energi. Pengurangan bisa berupa penggantian bahan berbahaya menjadi tidak berbahaya, pengurangan

pemakaian air dan energi dengan cara perbaikan proses produksi/operasi, penggantian peralatan/teknologi yang lebih efisien atau perubahan tata letak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Christine D. Linelejan dan Christian A. Wirawan (Yogyakarta, 2004) diketahui bahwa *vinasse* dapat dimanfaatkan sebagai substituen air pengencer pada medium fermentasi alkohol. Dihasilkan air pengencer yang baik pada starter : molase 55° Brix : *vinasse* = 24 : 30 : 46 dengan kepekatan awal 26,2° Brix yaitu 9,475%, sedangkan pada medium kontrol perbandingan starter : molase 55° Brix : air = 24 : 30 : 40 menghasilkan kepekatan awal 25,5° Brix atau kadar alkohol 10%. Metode *reduce* ini mampu mengurangi volume limbah produksi sebesar 44,4% dan dapat menghemat air yang digunakan sebagai pengencer sebesar 32,12%.

c. Reuse

Tinjauan dari segi *reuse* adalah dengan mengkaji ada tidaknya upaya pemanfaatan air limbah secara langsung tanpa melalui perlakuan fisika, kimia atau biologi. Menggunakan kembali limbah yang dapat digunakan untuk fungsi yang sama ataupun fungsi lainnya. Terkait hal ini inovasi dan eksplorasi terhadap pemanfaatan lain dari hasil proses produksi alkohol di Indonesia cukup banyak. Artinya, ini menjadi peluang mencari potensi kemanfaatan dari melimpahnya limbah hasil produksi alkohol. Persoalan *reuse* banyak disebabkan karena tidak adanya kepentingan yang bersinergi antara limbah yang dihasilkan dengan tujuan pemanfaatan.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, Pabrik Alkohol Jatiroto dalam proses produksinya kurang lebih sekitar 90% dari proses destilasi alkohol akan menghasilkan limbah *vinasse*, yaitu 187,182 m³/hari.

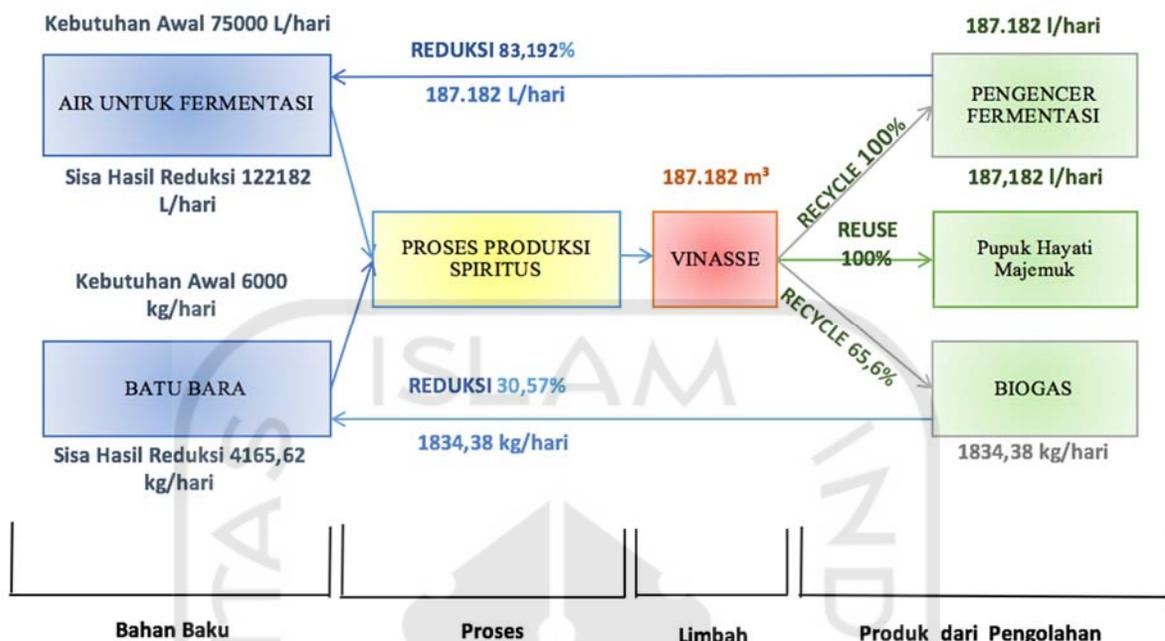
Berdasarkan analisis studi pustaka pada penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya, salah satunya adalah penelitian yang berjudul *Vinasse in Feed: Good for Animal and Environment*, hasil penelitian tersebut berkesimpulan bahwa ketersediaan bahan organik dan anorganik dalam *vinasse* berpotensi untuk digunakan sebagai media pembawa mikroorganisme guna mengembalikan kesuburan tanah (Hidalgo, 2009). Kondisi tersebut membuat *vinasse* berpotensi sebagai media pembawa pupuk hayati karena memenuhi kriteria murah, tersedia dalam jumlah melimpah dan terbukti bersifat non-toksik bagi tanaman.

d. Recycle

Tinjauan dari segi *recycle* (daur ulang) mengkaji ada tidaknya upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memprosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia atau biologi. Namun, beberapa kelemahan dari *recycle* dibandingkan *reuse* adalah proses *recycle* memerlukan energi besar.

Dalam penelitian (Soeprijanto dkk) yaitu Pengolahan *Vinasse* dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor *Using Upflow Sludge Blanket (UASB)* dijelaskan bahwa *vinasse* hasil dari air limbah industri alkohol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas sebagai bahan bakar alternatif.

Berdasarkan uraian di atas, apabila proses produksi bersih dibuat menjadi diagram alir produksi bersih maka akan menjadi sebagai berikut:



Gambar 4.11 Analisis Produksi Bersih di Pabrik

3.4 Analisis Teknologi Produksi Bersih

Apabila dari proses produksi diatas dibuat persentase pengolahan dari limbah Pabrik Alkohol Jatiroto, maka dapat diuraikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4 Persentase Pemanfaatan Limbah

| Limbah | Volume Bahan (liter/hari) | Pemanfaatan | Efisiensi Pemanfatan | Rasio bahan Hasil | Volume Hasil (hari) |
|---------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| Vinasse | 187.182 | Pupuk hayati majemuk | 100% | 1 : 1 | 187.182 l |
| | | Pengecer Fermentasi | 100% | 1 : 1 | 187.182 l |
| | | Biogas | 65.6% | 1 : 0,656 | 1834,38 kg |

Diketahui pada tabel diatas, limbah cair vinasse dapat dijadikan sebagai pupuk hayati majemuk dan pengecer fermentasi dengan rasio bahan : produk adalah 1:1 atau efisiensi pemanfaatan sebesar 100%, maka potensi pupuk hayati majemuk dan pengecer fermentasi yang dihasilkan mencapai 187.182 liter/hari. Sedangkan pemanfaatan limbah cair vinasse sebagai biogas dengan rasio bahan : produk adalah 1:0,656 atau efisiensi pemanfaatan sebesar 65,6%, maka potensi biogas yang dihasilkan mencapai 1.834,38 kilogram/hari.

Tabel 4.5 Persentase Reduksi

| Reduksi | Kebutuhan Harian | Alternatif | Volume | Satuan | Reduksi (%) |
|----------------|------------------|------------|---------|--------|-------------|
| Air fermentasi | 225000 | Vinase | 187182 | Liter | 83,192 |
| Batu bara | 6000 | Biogas | 1834,38 | Kg | 30,57 |

Rumus persentase reduksi :

$$\% \text{ Reduksi} = \text{Volume bahan alternatif} / \text{Kebutuhan harian} \times 100\%$$

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai reduksi air fermentasi dapat diganti dengan limbah cair vinasse sebesar 83,192%. Sedangkan nilai reduksi bahan bakar batu bara yang dapat diganti dengan biogas sebesar 30,57%. Namun perlu diingat, apabila kebutuhan energi pada boiler berkurang, maka berakibat penurunan produksi dan terganggunya kualitas produk.

3.5 Analisis Teknologi Produksi Bersih

Pada diagram alir analisis produksi bersih di Pabrik Alkohol Jatiroto telah diketahui bahwa terdapat 3 jenis limbah yaitu limbah vinasse, CO₂, dan sludge. Serta potensi teknologi produksi bersih yang dapat diterapkan. Berikut jurnal penelitian-penelitian yang pernah dilakukan pada tempat lain.

1. Pemanfaatan vinasse sebagai substituen air pengencer pada medium fermentasi alkohol

Vinasse sebagai hasil dari fermentasi molasses menjadi alkohol dapat dijadikan sebagai air pengencer pada medium fermentasi untuk mengurangi pemakaian air bersih pada pengenceran molasses. Didalam penelitian yang dilakukan oleh Christine D.Linelejan dan Christian A.Wirawan (Yogyakarta, 2004) maka ditemukan bahwa hasil terbaik yang mendekati kualitas dari perlakuan kontrol pada fermentasi utama dimana dibutuhkan starter, *molasses* dan air bersih menghasilkan kadar alkohol lebih kurang 10% dengan syarat-syarat fermentasi yang dicukupi. Yaitu kadar gula, suhu, pH, nutrient dan waktu fermentasi, adalah perbandingan antara starter, *molasses* dan *vinasse* (sebagai pengganti air bersih) dengan perbandingan 24:30:46. Dimana kadar alkohol yang tercapai adalah 9,475%. Sehingga didalam fermentor utama dimana volumenya adalah 150.000 L/hari.

2. Pemanfaatan vinasse menjadi pupuk majemuk hayati cair

Vinasse yang masih mengandung bahan-bahan organik dapat dimanfaatkan menjadi pupuk majemuk hayati cair dengan cara menambahkan pemicu penumbuhan bakteri seperti EM4 dan nikrobakter/*star plane* yang menghasilkan *actinomyces*, bakteri penambat N, bakteri pelarut P, bakteri perombak bahan organik, jamur, bakteri *e.coli*, *salmonella sp* dan bakteri *fitohormon*. Pembuatan pupuk majemuk hayati cair dilakukan dengan cara menampung vinasse pada tangki plastik volume 5.000 L kemudian ditambahkan pemicu bakteri sebanyak 50 L kemudian dipompa ke truk tangki yang siap untuk dikirim ke lahan. Pupuk majemuk hayati cair ini bisa dimanfaatkan untuk menyuburkan lahan tebu milik Pabrik Gula Jatiroto yang terletak bersebelahan dengan pabrik alkohol jatiroto. Dalam tahap awal dibuat pupuk majemuk hayati cair sebanyak 100% dari total volume *vinasse* sebesar 187.182 L/hari sedang dibutuhkan starter untuk pembuatan bakteri pupuk majemuk hayati cair sebesar 18.718,2 L. Jadi produk pupuk majemuk cair sebesar 205.900,2 L/hari.

3. Pemanfaatan vinasse menjadi biogas

Vinasse dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas memakai teknologi UASB (*Upflow Anaerob Sludge Blanket*). Dalam keadaan anaerob maka kondisi *steady* tercapai setelah hari ke-10. Efisiensi maksimum pengurangan COD sebesar 61,59% (penelitian Soeprijanto dkk). Dari analisis *vinasse* pabrik alkohol jatiroto COD sebesar 2310,06 mg/L maka penurunan COD nya menjadi 887,3 mg/L, sedang untuk pemakaian bahan baku *vinasse* sebesar 187.182 L/hari maka terbentuk biogas sebesar 48.461,41 L/hari.

Dalam pembuatan biogas yang dilakukan oleh Soeprijanto dkk, digunakan starter yang dibuat melalui campuran sludge dengan NaOH untuk menetralkan pH, selanjutnya diinkubasi dalam tangki selama 5 hari. Kemudian dimasukkan kedalam bioreactor UASB yang berkapasitas 14.000 L. Yaitu dengan dimasukkan campuran starter 6035 L/jam dan *vinasse* sebanyak 7875 L/jam.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Pabrik Alkohol Jatiroto merupakan sebuah perusahaan BUMN dibawah naungan PT. Perkebunan Nusantara XI yang lingkup usahanya adalah memproduksi alkohol dari bahan baku tetes tebu hasil samping Pabrik Gula Jatiroto. Tetes tebu yang diambil dari pabrik gula tersebut sesuai dengan standar mutu yang diterapkan di Indonesia serta memenuhi persyaratan tataniaga tetes tebu yang telah disepakati.

Alkohol yang diproduksi oleh Pabrik Alkohol Jatiroto dengan kapasitas 14.000 liter per hari dan kadar alkohol 96,5%. Alkohol teknis diproduksi di Pabrik Alkohol Jatiroto dengan kapasitas 1.000 liter perhari dan kadar alkohol prima 94%. Metode fermentasi yang digunakan di Pabrik Alkohol Jatiroto berbeda dengan metode yang digunakan oleh kebanyakan pabrik alkohol Indonesia. Metode yang digunakan adalah *feed batch* (semi sinambung) yang memungkinkan ragi yang telah digunakan untuk fermentasi *direcycle* dan digunakan kembali dalam fermentasi sebelumnya.

Peningkatan efisiensi air dapat dilakukan dengan merealisasikan upaya pemakaian kembali *luther washer* dan air bekas pencuci tangki menjadi pengenceran tetes untuk umpan ke fermentasi. Pabrik alkohol menghasilkan limbah cair yang cukup besar volumenya berupa *vinasse*. Karena *vinasse* adalah bahan organik, sisa fermentasi dan distilasi yang mengandung beberapa unsur bahan organik. Sehingga dapat dimanfaatkan untuk dijadikan produk samping yang menguntungkan perusahaan dan mengurangi beban pencemaran.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Sebaiknya perusahaan harus memberi perhatian yang sama antara pengelolaan lingkungan dan usaha inti, karena pengelolaan lingkungan juga memberi pengaruh yang nyata pada aspek efisiensi dan tingkat kompetisi.
2. Mengolah limbah cair hasil produksi menjadi pupuk majemuk hayati cair sehingga bisa dimanfaatkan sebagai pemupukan di lahan tebu.

5. Daftar Pustaka

- Boediono., dan Koster, A., (2004). **Teori dan Aplikasi: Statistika dan Probabilitas**. PT RemajaRosdakarya.
- Deysi, L.C., Andri, W.C. (2004). **Pemanfaatan Vinasse Sebagai Substituen Air Pengencer Pada Medium Fermentasi Alkohol**. Yogyakarta: Fakultas Biologi Univeritas Kristen Duta Wacana
- Hirschorn, J.S., (1994). **Manfaat Pendekatan Penerapan Produksi Bersih Oleh Industri**. Indonesia *Cleaner Industrial Production Program (ICIP)*.
- Iqbal, S., Muhammad, F., dan Tontowi, I., (2012). **Desain Proses Pengelolaan Limbah Vinasse dengan Metode Pemekatan dan Pembakaran pada Pabrik Gula-Alkohol Terintegrasi**. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol.1. No.1. Hal 1-6.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2003). **Karakteristik dan Cara Pengelolaan Air Limbah serta Dampaknya Terhadap Lingkungan**. Jakarta.
- Khusna, H.,(2012). **Analisis Kandungan Kimia dan Pemanfaatan Sludge Industri Kertas Sebagai Bahan Pembuatan Batako**. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Meeyer, J., Rein, P., Turner, P., and Mahtias, K., (2013). *Good Management Practices for the Cane Sugar Industry*. Verlag Dr. Albert Bartens KG.
- Meyer , J.H., Van A.R., and Mcelligott D.M., (2016). **Site-Specific Guidelines for Vinasse and CMS Disposal on Irrigated SugarCane Lands in Southern Africa**. *Proc S Afr Sug Technol Ass*. Vol.89. Pp 186-201.
- Notoatmojo, S., (1997). **Ilmu Kesehatan Masyarakat**. Rineka Cipta.
- Putri, I.K., Kusuma, Z., dan Prijono, S., (2018). **Aplikasi Pupuk Hayati Majemuk Cair Pada Tanaman Tebu di PT. Perkebunan Nusantara X Kediri**. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol.5. No.1. Hal 681-688.
- Seviani, C., Dewi, I.S., Silfi, D., D., dan Dwi, R., (2016). **Produksi Bersih Industri Gula**. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Sihombing, B., (2009). **Pembuatan dan Karakteristik Batako Ringan yang Dibuat dari Sludge (Limbah Padat) Industri Kertas-Semen**. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Suwahyono, U., (2008). **Biokonversi Karbondioksida Untuk Bahan Baku Industri**. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.9. Hal 74-78.
- Soeprijanto., Ismail, T., Lastuti, M.D., dan Niken, B., (2010). **Pengolahan Vinasse dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor UASD**. *Jurnal Purifikasi*. Vol.11. No.1. Hal 11-20.
- United Nation Environment Program (1991). **Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes, Technical Report No.7**. Paris.
- Vyatrissa, B., Muhartini, S., dan Waluyo, S., (2017). **Pengaruh Vinase dan Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pak Choi (*Brassica rapa subsp. chinensis* (L) Hanelt)**. *Vegetalika*. Vol.6. No.1. Hal 12-21
- Weston, N.C., and Stuckey, D.C., (1994). *Cleaner Technologies and The UK Chemical Industry. Process Safety and Environmental Protection*. Vol.72. Part.B. Pp 91-101.