

NASKAH PUBLIKASI
STUDI POTENSI PRODUKSI BERSIH DALAM PRODUKSI
SPIRITUS STUDI KASUS DI PT MADUBARU MADUKISMO,
BANTUL, YOGYAKARTA

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



Disusun Oleh:

Nama : Nur Kholis Majid

NIM : 12513181

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

2019

**STUDI POTENSI PRODUKSI BERSIH DALAM
PRODUKSI SPIRITUS STUDI KASUS DI PT
MADUBARU MADUKISMO, BANTUL,
YOGYAKARTA**

**STUDY OF CLEANER PRODUCTION POTENTIAL
FROM SPIRITUS PRODUCTION CASE STUDY AT PT
MADUBARU MADUKISMO, BANTUL,
YOGAYAKARTA**

Nur Kholis Majid

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP – UII, kholismajid04@gmail.com

Abstrak

Sebagai salah satu industri produksi spiritus dengan tahapan produksi yang kompleks di dalamnya, PT Madubaru khususnya pada Pabrik Spiritus (PS) Madukismo menghasilkan berbagai jenis limbah dengan volume yang cukup besar setiap harinya, salah satunya adalah vinasse. Namun pada saat ini di PS Madukismo limbah vinasse yang jumlahnya sangat banyak belum memiliki solusi yang baik dalam pengolahannya, hal tersebut akan berdampak buruk terhadap lingkungan maupun masyarakat sekitar mengingat limbah vinasse memiliki bau yang kurang sedap dan khas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah PS Madukismo memiliki potensi untuk diterapkan produksi bersih dalam produksinya, sehingga limbah-limbah yang dikeluarkan dapat diminimalisasi, bahkan diharapkan memiliki nilai ekonomis. Metode penelitian ini dimulai dengan studi literatur yang dilanjutkan dengan survey langsung ke lokasi guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan seperti bahan baku dan penunjang produksi, utilitas, proses produksi spiritus secara detail, jenis dan karakteristik limbah yang dikeluarkan, serta bagaimana pengolahan limbah di PS Madukismo secara langsung. Setelah itu dilakukan analisis kembali berdasarkan konsep 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 itu dapat diketahui berapa banyak potensi limbah PS Madukismo yang dapat dikelola melalui konsep produksi bersih (5R). Total timbulan limbah vinasse di PS Madukismo sebanyak 258,72m³/hari. Potensi produksi bersih berdasarkan konsep 5R yang dapat diterapkan adalah teknologi pemanfaatan vinasse menjadi pupuk organik cair (POC) sebesar 100% atau

258,72m³, vinasse sebagai pengencer fermentasi sebesar 100% atau 258,72m³ dengan nilai reduksi air sebesar 78,35% dari total 330,2m³ kebutuhan air fermentasi, biogas sebesar 1663,26 kg/hari yang dapat pula menjadi potensi reduksi bahan bakar boiler sebesar 11,09% dengan kebutuhan awal 15000 kg/hari.

Kata Kunci: 5R, Produksi Bersih, Limbah, Produksi Spiritus, Vinasse

Abstract

As one of the spirits production industry with complex production stages in it, PT Madubaru especially at the Madukismo Spiritus Factory produces various types of wastes with a large enough volume every day, one of them is vinasse. But, at this time in PS Madukismo, vinasse waste which is very large in number does not have a good solution in its processing, it will have a negative impact on the environment and the surrounding community considering vinasse waste has an unpleasant smell. This study goals to analyze whether PS Madukismo has the potential to apply clean production in its production, so that the waste released can be minimized, even expected to have economic value. This research method begins with a literature study followed by a direct survey to the location to obtain the required data such as raw materials and production support, utilities, detailed production processes of spiritus, the type and characteristics of waste released, and how to treat waste at PS Madukismo directly. After that, a re-analysis based on the concept of clean production was carried out 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 research, it can be seen how much potential of PS Madukismo waste can be managed through the concept of clean production (5R). The total generation of vinasse waste in PS Madukismo was 258.72m³ / day. The net production potential based on the 5R concept that can be applied is the technology of utilizing vinasse into liquid organic fertilizer (POC) of 100% or 258.72m³, vinasse as a fermentation diluent of 100% or 258.72m³ with water reduction values of 78.35% of the total 330.2m³ of fermented water needs, biogas is 1663.26 kg / day which can also be a potential reduction of boiler fuel by 11.09% with an initial requirement of 15000 kg / day.

Keywords: 5R, Cleaner Production, Spiritus Production, Vinasse, Waste

1. Pendahuluan

PT Madubaru Madukismo, sebagai salah satu industri produksi spiritus dengan tahapan proses produksi yang kompleks di dalamnya menghasilkan berbagai jenis limbah dengan volume yang cukup besar setiap harinya. Namun sayangnya beberapa jenis limbah yang dikeluarkan dari pabrik spiritus Madukismo belum dapat dimanfaatkan dengan optimal sehingga beberapa dari limbah tersebut hanya berakhir dengan pembuangan saja, padahal apabila limbah tersebut dikelola secara efisien, dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta dapat menghasilkan suatu nilai ekonomis dari pemanfaatan daur ulang dari produk-produk sisanya. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah cair vinasse mampu meningkatkan produktivitas lahan pertanian, tetapi juga menurunkan kualitas air tanah sehingga dapat membuat air menjadi keruh (Laksi, 2017).

Dengan mempertimbangkan kondisi terkini mengenai kurangnya penerapan konsep produksi bersih pada proses produksi spiritus Madukismo, maka penelitian ini dirasa perlu untuk dilakukan, dengan bahasan tentang potensi apa saja yang dapat dihasilkan dari tahapan produksi spiritus yang ada di pabrik spiritus Madukismo terutama mengenai limbah vinase, sehingga dapat menimbulkan dampak positif bagi pabrik itu sendiri, masyarakat sekitar, maupun lingkungan karena residu maupun limbah hasil produksi dapat diminimalisasi secara optimum bahkan dapat dimanfaatkan secara efisien dengan memiliki nilai ekonomis.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan mencari data melalui observasi langsung di lapangan serta melakukan wawancara dengan pihak terkait. Terdapat beberapa tahapan penelitian yang akan digunakan guna menyelesaikan Tugas Akhir ini antara lain:

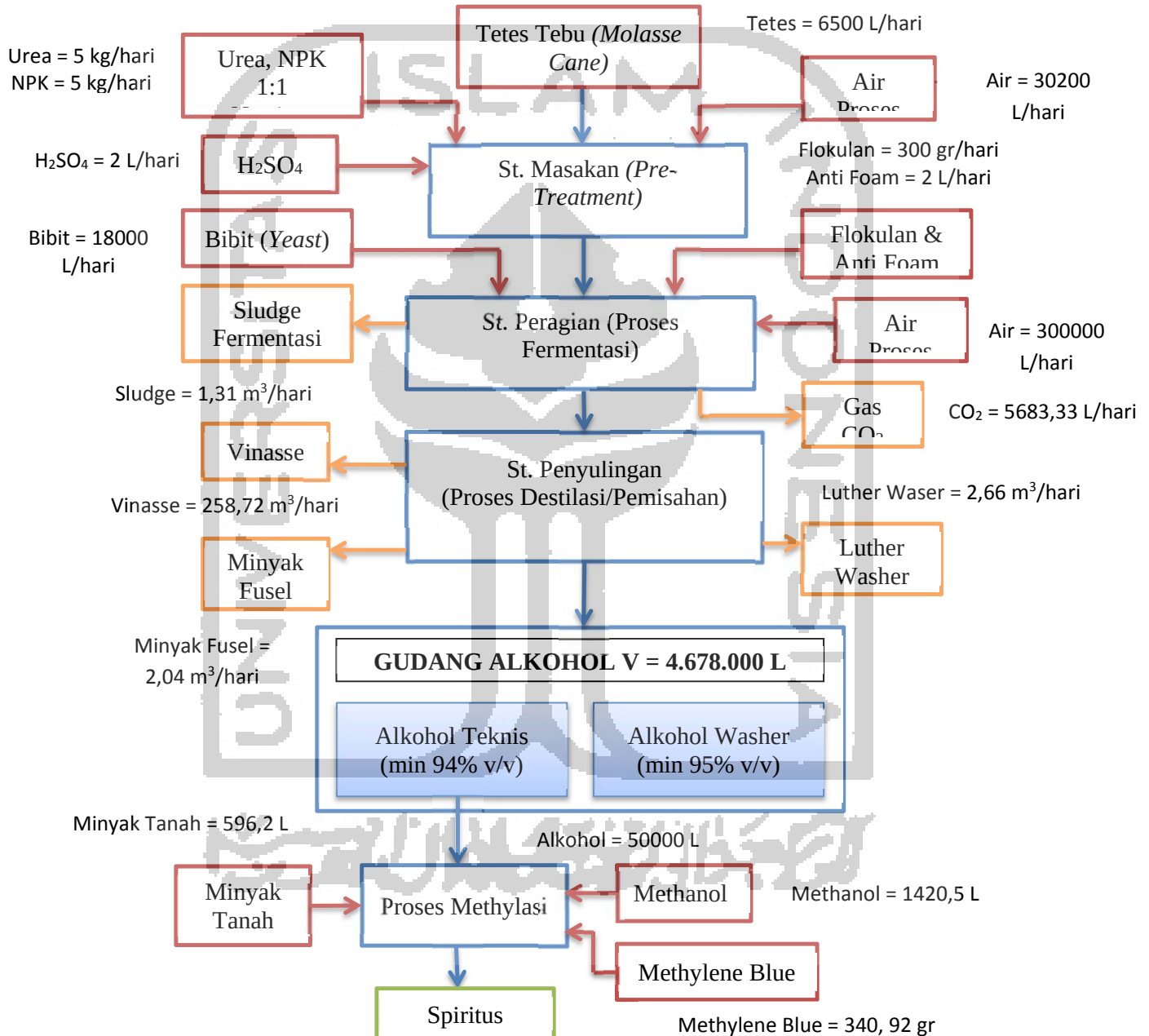
- a. Pertama, melakukan observasi langsung di lapangan beserta dokumentasi guna mendapatkan data primer yang diperlukan seperti bahan baku dan unit apa saja yang digunakan, bagaimana proses produksi secara detail, jumlah bahan masuk / bahan keluar / maupun bahan sisa atau residu maupun limbah yang dihasilkan, serta bagaimana cara mengelola atau mengolah residu maupun limbah yang sudah diterapkan dalam proses produksi spiritus.

- b. Kedua, mencari data sekunder melalui metode wawancara guna mendapatkan data kuantitatif, timbunan limbah harian, konsumsi bahan baku dan bahan pendukung dalam proses produksi sehingga dapat dibuat menjadi bentuk diagram alir atau flowchart siklus proses produksi spiritus.
- c. Ketiga, melakukan studi pustaka berdasarkan penelitian lain yang telah dilakukan untuk mengetahui bagaimana jenis limbah yang dikeluarkan di pabrik spiritus dapat diolah atau produk apa yang berpotensi dapat dibuat melalui limbah tersebut.
- d. Keempat, melalui data yang telah didapatkan, maka diketahui jumlah bahan masuk maupun limbah yang keluar di dalam siklus produksi spiritus. Dari angka tersebut maka dapat dilakukan studi 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 vinase yang dikeluarkan dapat direuse atau direcycle menjadi sebuah produk lain yang bernilai ekonomis, atau melalui recovery bahan-bahan sisa yang masih memiliki nilai ekonomis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Prouksi

Produksi spiritus di PS Madukismo dapat dibuat diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Produksi Spiritus (Sumber: Data Kantor bagian PS Madukismo)

3.2 Karakteristik Limbah Vinasse

Limbah cair vinasse PS Madukismo memiliki karakteristik yang beragam jika dilihat dari sifat fisika, kimia dan biologis. Penggolongan karakteristik limbah cair PS Madukismo antara lain:

1. Fisik: Berwarna keruh pekat, suhu relatif tinggi, konsisten kental (lemak protein), berat jenis relatif tinggi (zat organik terlarut), zat padat tersuspensi relatif tinggi dan berbuih.
2. Kimia: pH cenderung rendah, mengandung senyawa organik, lemak, protein dan karbohidrat.
3. Biologis: Mengandung bakteri patogen/apathogen, fungi, virus dan algae



Gambar 3.2 Limbah Vinasse

Beberapa karakteristik parameter penyusun limbah PS Madukismo berdasarkan pengujian laboratorium adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kualitas Limbah Vinasse PS Madukismo

No.	Parameter	Nilai
1.	Suhu	41°C
2.	Bau	Berbau
3.	Warna	Berwarna kecoklatan
4.	pH	4-5
5.	Besi (Fe)	10.0 mg/L
6.	Mangan (Mn)	1.04 mg/L
7.	Barium (Ba)	3.0 mg/L
8.	Flourida (F)	16.0 mg/L
9.	Sulfida (H ₂ S) ⁻	7.67 mg/L
10.	Nitrat (NO ₃ -N)	20.77 mg/L
11.	BOD	3853.4 mg/L
12.	COD	6435.88 mg/L
13.	Phenol	4.25 mg/L

Sumber: Lab PS Madukismo

Berdasarkan PERDA Provinsi DIY no.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah, 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

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)
BOD ₅	100	1.5
COD	30	4.5
TDS	2000	30
TSS	100	1.5
Sulfida (Sebagai S)	0.5	0.0075
Minyak dan Lemak Total	5	0.075
Suhu	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap suhu udara	
pH	6.0 - 9.0	
Debit Limbah Paling Banyak (m ³ / ton produk)	15	

Sumber: PERDA Provinsi DIY no.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah

Jika dibandingkan dengan nilai baku mutu pemerintah, diketahui bahwa kualitas air limbah PS Madukismo yaitu *vinasse* memiliki nilai yang jauh lebih tinggi di atas batas yang diperbolehkan, terlihat dari parameter suhu, pH, BOD, COD, dan Sulfida. 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 Studi Konsep 5R

Berdasarkan diagram alir proses produksi spiritus dan sistem pengolahan limbah eksisting yang ada di PS Madukismo, telah diketahui apa saja dan berapa banyak bahan masuk dan limbah yang keluar serta bagaimana limbah tersebut diolah. Melalui data tersebut, maka selanjutnya dapat dilakukan studi potensi produksi bersih berdasarkan konsep 5R yaitu *Rethink*, *Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, dan *Recovery*. Studi potensi produksi bersih dilakukan melalui studi literatur tentang potensi apa saja yang memungkinkan untuk dilakukan berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya.

a. Rethink

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

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

Upaya-upaya yang dilaksanakan pemerintah adalah dengan mengembangkan kebijaksanaan yang kondusif bagi penerapan produksi bersih disamping selalu melakukan upaya peningkatan kesadaran masyarakat mengenai konsep produksi bersih, misalnya melalui jalur pendidikan dan pelatihan, melaksanakan proyek-proyek percontohan (*demonstration project*) serta penyebarluasan informasi melalui seminar, penyuluhan dan kegiatan lainnya yang berkaitan dengan produksi bersih.

Salah satu upaya tersebut meliputi anjuran pelaksanaan produksi bersih termasuk berbagai perangkat manajemen lingkungan, seperti audit lingkungan, sistem manajemen lingkungan (ISO 14001), evaluasi kinerja lingkungan, ecolabel dan produktivitas ramah lingkungan (*green productivity*) di Indonesia.

Khusus di kota Bantul sendiri, upaya pemerintah dalam menunjang produksi bersih tercantum dalam PERDA Provinsi DIY no.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu “melaksanakan pembinaan dan pengawasan penerapan sistem informasi manajemen lingkungan, ecolabel, produksi bersih dan teknologi berwawasan lingkungan yang mendukung pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan”.

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, dan daur ulang. Khususnya masyarakat yang berada di kawasan PT. Madubar Madukismo dapat membantu apabila ada agenda kegiatan ramah lingkungan yang dilakukan PT. Madubar.

Sedangkan dari industri itu sendiri yaitu PT. Madubar Madukismo khususnya bagian PS Madukismo meskipun belum menerapkan konsep produksi bersih namun telah melakukan banyak usaha dengan pola pikir ramah lingkungan salah satunya dengan terus mengupayakan penelitian

tentang pemberdayaan limbah yang mungkin untuk dilakukan khususnya terhadap limbah vinasse.

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.

Tindakan-tindakan pengurangan bisa berupa penggantian bahan utama menggunakan bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan, pengurangan pemakaian air dan energi dengan cara perbaikan proses produksi / operasi, penggantian peralatan / teknologi yang lebih efisien atau perubahan tata letak.

Dalam industri produksi spiritus oleh PS Madukismo, *reduce* dapat dilakukan dengan mengurangi air yang digunakan dalam fermentasi, karena diketahui bahwa vinasse dapat digunakan sebagai substituent. Selain itu vinasse yang diolah menjadi biogas dapat pula berpengaruh terhadap reduksi bahan bakar yang digunakan.

c. Recycle

Recycle (daur ulang) adalah menggunakan kembali limbah yang masih dapat digunakan untuk fungsi yang sama ataupun fungsi lainnya dalam siklus atau proses sebelumnya. Namun, beberapa kelemahan dari *recycle* dibandingkan *reuse* adalah proses *recycle* memerlukan energi besar, misalnya dalam peleburan dan pencetakan ulang plastik botol bekas. Sebaliknya dalam *reuse* bila kita menggunakan langsung botol, kita hanya akan memerlukan penyucian atau pembersihan botol saja. Dalam penelitian ini, proses produksi Spiritus menghasilkan beberapa limbah vinasse yang sangat potensial untuk dilakukan proses *recycle*.

Dalam industri produksi Spiritus oleh PS Madukismo, diketahui terdapat beberapa potensi untuk dilakukan *recycle* yaitu pada utilitas air pengencer pada medium fermentasi (Deysi, 2004).

Ada juga salah satu penelitian lain yaitu pemanfaatan limbah vinasse menjadi biogas menggunakan reactor UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) bervolume 9L. Dengan starter yang dibuat dengan mencampurkan sludge dengan vinasse. Rasio kandungan COD terhadap biomassa untuk fermentasi dibuat menjadi 0,1 gr COD/gr MLVSS, dengan mencampurkan vinasse dengan konsentrasi 10.000 mg COD/L dan MLVSS 100.000 mg/L. Kemudian pH media diatur menjadi 7 dengan menambahkan larutan NaOH 2 N atau H₂SO₄ 2 N. Campuran ini kemudian diinkubasi selama 5 hari. Starter yang sudah siap kemudian dimasukkan ke dalam bioreaktor

sebanyak 4 L (setengah dari volume reaktor), kemudian ditambah dengan larutan vinasse hingga mencapai volume operasi 9 L.

Hasil dari penelitian ini adalah vinasse hasil dari air limbah industri etanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas sebagai bahan bakar alternatif. Keadaan proses digester dapat mencapai *steady* setelah mencapai hari ke-10. Volume biogas rata-rata 3,28 L CH₄/hari (Soeprijanto, 2010)

PS Madukismo sendiri telah mengusahakan untuk mengolah limbah vinasse menjadi pupuk cair namun masih dalam tahap pengajuan izin dan peninjauan oleh Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta dan masih dalam tahap penelitian kelayakan uji untuk menjadikan limbah vinasse mereka menjadi pupuk cair dengan kapasitas yang besar.

d. Reuse

Reuse berarti upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memprosesnya menjadi suatu produk lain yang memiliki nilai ekonomis namun tidak berhubungan dengan siklus atau proses yang ada sebelumnya. Pada penelitian ini vinasse memiliki potensi untuk *direuse*, terdapat sebuah penelitian yang menjadikan sebuah potensi bagi vinasse untuk bisa dibuat menjadi pupuk cair dengan mengeringkannya serta menambahkan nutrient tertentu.

Berdasarkan analisis studi pustaka pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian tentang pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Industri Bioetanol (Vinasse) Melalui Proses Fermentasi Berbantuan Promoting Microbes oleh Ratna Dewi Kusumaningtyas dan Dhoni Hartanto pada tahun 2015, hasil penelitian tersebut berkesimpulan bahwa limbah vinasse dari industri bioethanol dapat diolah menjadi pupuk organik cair melalui proses fermentasi secara anaerob dengan bantuan mikroba serta penambahan molase dan pupuk NPK untuk menaikkan parameter C organik dan NPK agar sesuai SNI pupuk organik. (Dewi, 2015).

e. Recovery

Recovery/Reclaim (memungut /mengambil ulang) adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan kedalam proses produksi. Namun pada proses produksi di PS Madukismo, belum ditemukan adanya potensi untuk dilakukan konsep *recycle* ini.

3.4 Studi Teknologi Produksi Bersih

Berdasarkan diagram alir yang telah dijabarkan, terdapat beberapa potensi teknologi produksi bersih yang dapat diterapkan di PS Madukismo yang didasarkan pada konsep 5R. Terdapat 1 jenis limbah yang difokuskan untuk dilakukan studi yaitu limbah vinasse. Terdapat beberapa teknologi untuk memanfaatkan kembali limbah-limbah tersebut berdasarkan jurnal dari penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

a. Pemanfaatan Vinasse Menjadi Pupuk Cair Organik (POC)

Diketahui bahwa limbah vinasse dari industri bioethanol dapat diolah menjadi pupuk organik cair melalui proses fermentasi secara anaerob dengan bantuan mikroba serta penambahan molase dan pupuk NPK untuk menaikkan parameter C organik dan NPK agar sesuai SNI pupuk organik. Formulasi yang tepat untuk mendapatkan POC sesuai standar SNI tahun 2004 adalah formulasi vinasse 50 ml, dan mikroba promi 1 gr, molase 0,5 gr dengan proses fermentasi secara *anaerob* selama 1 minggu, kemudian ditambahkan pupuk NPK 3,33 gr (Dewi, 2015).



Gambar 3.3 Pupuk Organik Cair dari Vinasse

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratna Dewi dan Dhoni Hartanto tahun 2015, diketahui bahwa rasio bahan baku dengan hasil yang diperoleh adalah 1:1, artinya dengan menggunakan 50mL vinasse, dihasilkan pula POC sebesar kurang lebih 50mL (sekitar setengah botol air mineral kemasan seperti pada gambar). Artinya dengan limbah vinase harian sebesar 258,72 m³/hari dapat menghasilkan 258,72 m³/hari m³/hari POC.

b. Pemanfaatan Vinasse Sebagai Substituen Air Pengencer Pada Medium Fermentasi Alkohol

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Desyi pada tahun 2004, diketahui bahwa rata-rata vinasse memiliki kepekatan yang rendah (kurang lebih 4°Brix), sehingga dimungkinkan dapat digunakan sebagai *substituent* atau pengganti air pengencer. Sedangkan dalam proses produksi Spiritus, diperlukan air yang banyak untuk mengencerkan bahan baku molase untuk menurunkan derajat Brixnya.

Proses pemanfaatan vinasse dalam upaya memanfaatkan kembali menjadi air pengencer pada awalnya dilakukan dengan mendinginkan vinasse, setelah itu dilakukan pencampuran medium fermentasi dengan starter : molase 55°Brix : vinasse melalui perbandingan 24 : 30 : 46. Perbandingan ini merupakan perbandingan dengan hasil optimum yang didapatkan melalui penelitian. Proses fermentasi dilakukan selama 48 jam. (Desyi, 2004)

Secara umum, pada penelitian mengenai vinasse sebagai pengganti air pengencer pada medium fermentasi menghasilkan alkohol dengan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar standar yang ada di pabrik. Tetapi penggunaan vinasse sebagai *substituent* air pengencer dalam skala industri akan mengurangi kebutuhan volume limbah produksi limbah vinasse per hari yang membutuhkan biaya tinggi untuk mengolahnya. Selain itu juga menghemat penggunaan air yang digunakan sebagai pengencer. Penggunaan air yang berkurang juga akan mengurangi beban listrik untuk pompa dalam penyedot air. (Desyi, 2004)

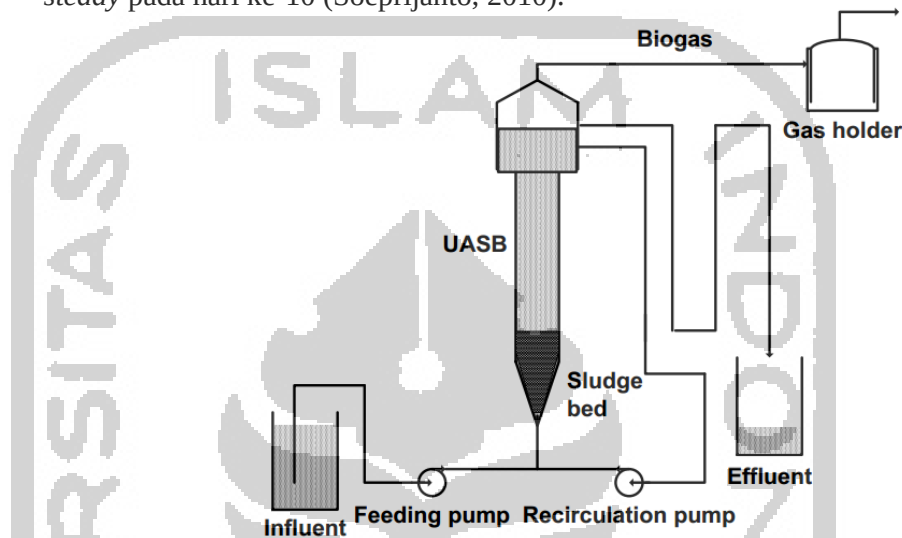
c. Pemanfaatan Vinasse Menjadi Biogas Dengan Reaktor UASB

Pengolahan limbah secara *anaerobic* dapat menghasilkan gas yang terdiri atas metana (CH₄) dan karbondioksida (CO₂), atau dikenal sebagai biogas. Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berpotensi diproduksi secara optimal, mengingat terbatasnya sumber energi yang berasal dari fosil saat ini. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif lain seperti biogas yang lebih *sustainable* dan lebih *eco-efficiency* atau ramah lingkungan.

Proses *anaerobic* secara konvensional dengan menggunakan UASB (*Upflow anaerobic Sludge Blanket*) dapat mengubah limbah cair dari limbah industri etanol yaitu vinasse untuk menghasilkan biogas yang dapat digunakan kembali menjadi bahan bakar boiler pada industri etanol. Kontribusi lain yaitu dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil atau batu bara yang sebelumnya dipakai sebagai bahan bakar menjadi bahan bakar yang lebih ramah lingkungan sebagai alternatif lain.

Dalam pembuatan biogas, digunakan starter yang dibuat melalui campuran *sludge* dengan vinasse kemudian dicampur dengan NaOH untuk menetralkan pH lalu selanjutnya diinkubasi selama 5 hari. Kemudian ke

dalam bioreactor UASB yang berkapasitas 9 L (seperti pad gambar 4.12) dimasukkan campuran starter 4 L dengan vinasse sebanyak 5L diumpankan melalui pompa melalui bawah. Proses *anaerobic* ini dijalankan sampai konsentrasi COD *effluent* air limbah konstan. Biogas yang dihasilkan diarahkan menuju *gas holder*. Keadaan digester dapat mencapai kondisi *steady* pada hari ke-10 (Soeprijanto, 2010).



Gambar 3.4 Skema Bioreaktor UASB

Berdasarkan penelitian ini, produksi biogas rata-rata yang dapat dihasilkan adalah 3,28 L CH₄/hari dengan menggunakan vinasse 5 L. Artinya dengan limbah vinase harian sebesar 258,72 m³/hari dapat menghasilkan 111,34 m³/hari biogas.

3.5 Studi Penerapan Produksi Bersih

Berdasarkan berbagai studi teknologi yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa teknologi yang dapat diterapkan guna mengoptimalkan konsep produksi bersih di PS Madukismo. Apabila dari teknologi yang telah diuraikan di atas dibuat persentase pengolahan dari limbah PS Madukismo, maka dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Persentase Pemanfaatan Limbah

Limbah	Volume Bahan (m ³ /hari)	Pemanfaatan	Efisiensi Pemanfaatan	Rasio bahan : Hasil	Volume Hasil (m ³ /hari)
Vinasse	258.72	POC	100%	1 : 1	258.72
		Pengencer Fermentasi	100%	1 : 1	258.72
		Biogas	65.6%	1 : 0.656	111.34

Berdasarkan tabel dan uraian mengenai teknologi produksi yang telah dijelaskan sebelumnya, diketahui bahwa limbah cair vinasse dapat dimanfaatkan sebagai Pupuk Organik Cair (POC) dengan rasio bahan baku : produk adalah 1:1 atau efisiensi pemanfaatan 100%, maka potensi POC yang dihasilkan dapat mencapai 258,72 m³/hari. Sedangkan vinasse dapat digunakan sebagai pengganti air pengencer dalam proses fermentasi dengan rasio bahan baku : produk adalah 1:1 atau efisiensi pemanfaatan 100%, maka potensi total *substituent* pengencer yang dapat dihasilkan adalah sebesar 258,72 m³/hari. Sedangkan untuk dijadikan biogas sebesar 65,6%, dapat dihasilkan biogas sebesar 111,34 m³ dengan rasio bahan baku:produk sebesar 5:3,28.

Tabel 3.4 Persentase Reduksi

Reduksi	Kebutuhan Harian	Alternatif	Volume	Satuan	Reduksi (%)
Air fermentasi	330200	Vinase	258720	Liter	78.35
Batu bara	15000	Biogas	1663.26	Kg	11.09

Persentase reduksi didapatkan melalui rumus sebagai berikut:

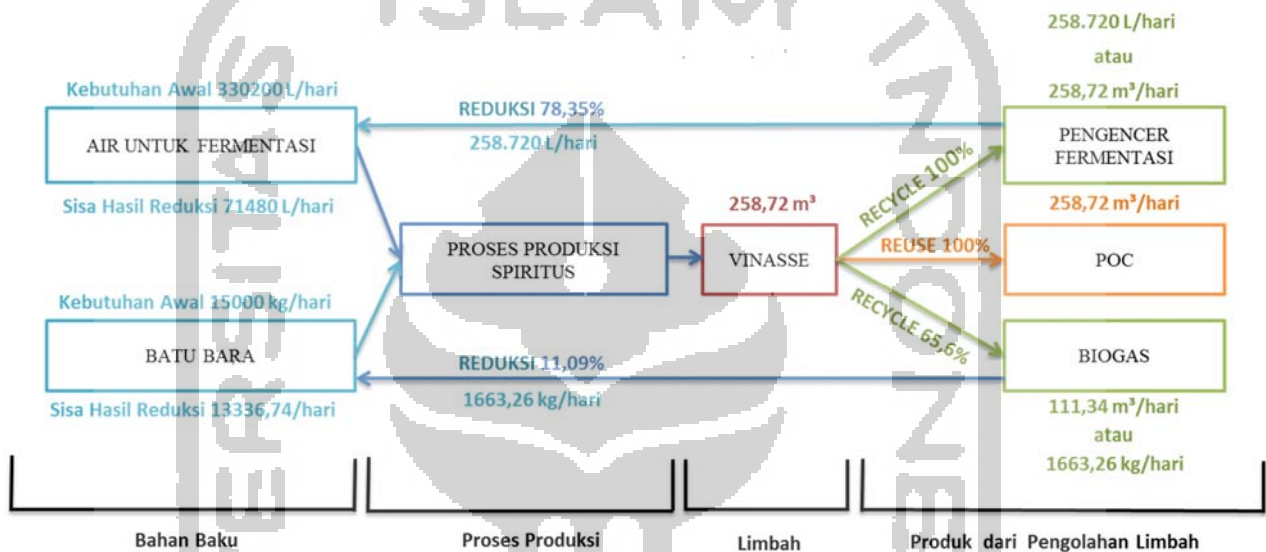
$$\% \text{ Reduksi} = \text{Volume bahan alternatif} / \text{Kebutuhan harian} \times 100\%$$

Besarnya volume limbah alternatif diperoleh dari tabel 4.6 berdasarkan rasio bahan dibandingkan dengan hasil sehingga diketahui persentase pengolahannya. Sedangkan Kebutuhan harian diperoleh dari data sekunder perusahaan,

Melalui tabel 4.7 maka dapat diketahui bahwa nilai reduksi air fermentasi yang dapat digantikan dengan limbah vinase adalah sebesar 78,35%. Sedangkan bahan bakar batu bara dapat disubstitusi dengan biogas sebesar 11,09%. Namun apabila reduksi dilakukan, perlu diingat bahwa

penggantian bahan baku ini dapat menurunkan kualitas hasil yang didapatkan, tapi terlepas dari hal tersebut pengurangan pemakaian bahan baku ini dapat menghemat bahan baku serta akumulasi limbah yang dihasilkan oleh pabrik.

Apabila dari studi teknologi yang telah dijabarkan dibuat diagram berdasarkan konsep 5R, maka didapatkan diagram alir pemanfaatan limbah vinasse sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram Alir Pemanfaatan Limbah Vinasse

Proses produksi spiritus di PS Madukismo berdasarkan Gambar 4,12 di atas diketahui bahwa limbah vinasse yang dihasilkan sebanyak 258,72 m³/hari. Limbah vinasse tersebut mempunyai potensi untuk di-reuse menjadi pupuk organik cair (POC) sebesar 100% dari 258,72 m³/hari menjadi sebesar 258,72 m³/hari. Limbah vinasse dapat pula di-recycle sebesar 65,6% menjadi biogas dari 258,72 m³/hari menjadi 111,34 m³/hari atau sebesar 1663,26 kg/hari yang dapat pula menjadi potensi reduksi bahan bakar boiler sebesar 11,09% dengan kebutuhan awal 15000 kg/hari menjadi 13336,74/hari. Selain itu recycle vinasse sebagai substituent atau pengganti air pengencer fermentasi sebesar 100% dapat pula menjadi potensi reduksi sebesar 78,35% air dengan kebutuhan awal dari 330200 L/hari menjadi 71480 L/hari .

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

- a. PS Madukismo dalam proses produksinya menghasilkan limbah vinasse kurang lebih sekitar 90% dari proses destilasi alkohol, yaitu 258,72 m³/hari. Selain itu dihasilkan juga limbah Sludge = 1,31 m³/hari dan limbah gas CO₂ hasil dari pembakaran sebesar 5683,33 L/hari. Sampai saat ini, PS Madukismo dalam mengolah limbahnya terutama vinasse dilakukan dengan mendinginkannya menggunakan *Cooling Tray* untuk menurunkan suhunya kemudian dialirkan ke kolam *Drying Bed*. Sedangkan pada pengolahan sludge dan CO₂ belum terlalu diperhatikan karena produksinya dirasa masih cukup rendah nilainya.
- b. Terdapat beberapa potensi penerapan teknologi produksi bersih melalui konsep 5R pada *Cleaner production* terhadap limbah PS Madukismo. Penerapan pola pikir *Re-think PT* Madubaru khususnya bagian PS Madukismo telah melakukan kerja sama dengan masyarakat sekitar apabila akan melaksanakan agenda-agenda terkait pengelolaan lingkungan. Penerapan *Reduce* dapat diaplikasikan dengan mengurangi air untuk pengencer media fermentasi. Selain itu batu bara sebagai bahan bakar boiler juga dapat dikurangi dengan mengganti dengan biogas hasil *treatment* dari vinasse. Penerapan *Reuse* yang berpotensi dapat diterapkan di PS Madukismo adalah pemanfaatan vinasse menjadi POC. Penerapan *Recycle* dengan menggunakan kembali vinasse sebagai pengencer media fermentasi serta menggunakan kembali biogas hasil *treatment*. Untuk *recovery*, belum ditemukan potensi untuk dilakukan proses tersebut terhadap limbah PS Madukismo.

4.2 Saran

- a. 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.
- b. Perlu untuk memikirkan kembali mengenai penerapan konsep produksi bersih untuk diterapkan di perusahaan untuk meminimalisir limbah terutama vinasse yang jumlahnya sangat banyak, namun juga tetap memperhatikan limbah yang lain seperti *sludge* dan CO₂.
- c. Diharapkan kepada perusahaan untuk menyediakan data yang lebih lengkap seperti dalam bentuk diagram alir detail produksi keseluruhan secara kuantitatif mengingat banyak mahasiswa yang melakukan penelitian di tempat tersebut.

5. Daftar Pustaka

- Astuti, P. dan Risyani, L. (2001). **Efisiensi Usaha Ternak Itik Melalui Pemberian Ransum Dengan Komposisi Limbah Lumpur Fermentasi**. Karanganyar: Akademi Peternakan.
- Dewi, K.R., Setiaji, E.M, Hartanto, D. (2015). **Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Bioetanol (Vinasse) Melalui Proses Fermentasi Berbantuan Promotin Microbes**. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Vol. 1 halaman 82-87
- Deysi, L.C., Andri, W.C. (2004). **Pemanfataan Vinasse Sebagai Substituen Air Pengencer Pada Medium Fermentasi Alkohol**. Yogyakarta: Fakultas Biologi Univeritas Kristen Duta Wacana
- Filhoa, M.G., Nunhesb, T.V., Barbosa, L.C.F.M., Campos, F.C., and Oliveira, O.J. (2018). **Opportunities and challenges for the use of cleaner production to reduce water consumption in Brazilian sugar-energy plants**. Journal of Cleaner Production. Vol. 186, page 353-363
- Gunkel, Gunter, Kosmol, J., Sobral, M., Rohn, H., Montenegro, S., and Aureliane, J. (2007). **Sugar Cane Industri as a Source of Water Pollution-Case Study on the Situation in Ipojuca River, Pernambuco, Brazil**. Water Air Soil Pollution Journal. Vol. 180, page 261-269.
- Juwita, R. (2012). **Produksi Alkohol Dari Tetes Tebu (*Saccharum officinarum* L) Selama Proses Fermentasi**. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Kurada M,T.,Watanabe. (1995). **CO₂ Reduction To Methane and Acetat Using A Bio-Electro reactor With Immobilizes Methanogens and Homoaceto genss on Electrodes**. J-Energy Convers.Mgmt. Vol. 36, page 787-790
- Khaerunisa, G. dan Rahmawati, I. (2013). **Pengaruh pH dan COD:N Terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse)**. Jurnal Teknologi Kimia dan Indusri. Vol. 2 halaman 1-7
- Khusna, H. (2012). **Analisi Kandungan Kimia dan Pemanfaatan Sludge Industri Kertas sebagai Bahan Pembuatan Batako**. Semarang: Fakultas MIPA UNNES.
- KLH. (2003). <http://www.menlh.go.id/kebijaksanaan-produksi-bersih-di-indonesia/>. Diakses pada hari Senin, 18 Maret 2019.
- Laksi, Y.S. (2017). **Teknik Pengolahan Limbah Cair Vinasse Kandungan Sulfida, Fosfat, dan Fe dari PG Madukismo untuk Menurunkan Pencemaran Air Tanah**. UPN: Yogyakarta
- Marinho, J.F.U., Correia, J.E., Marcato, A.C.C., Escher, J.P., Fontanetti, C.S. (2014). **Sugar cane vinasse in water bodies: Impact assessed by liver histopathology in tilapia**. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 110, page 239-245

- Meeyer, J., Rein, P., Turner, P., Mahtias, K. (2013). **Good Management Practices for the Cane Sugar Industri**, International Finance Corporation (IFC): South Africa
- Nur, A. (2007). **Immobilisasi Limbah Fermentasi Pabrik Alkohol Terhadap Adsorpsi Logam Berat Cadmium (Cd)**. Ekuilibrium. Vol. 6 halaman 27 - 31
- Nurdyastuti, I. (2005). **Teknologi Proses Bio-Etanol**. Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak
- Paramitadevi, Y.V., Novriana, R., dan Yulisa, A. (2017). **Penerapan Produksi Bersih Dalam Upaya Penurunan Timbulan Limbah Cair Di Pabrik Gula Tebu**. Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan. Vol. 14, halaman 54 - 61
- UNEP. (1991). **Plan For The Reduction By 20% By 2010 Of The Generation Of Hazardous Wastes From Industrial Installation For Mediterranean Region**. Cleaner Production, MED POL, Global Environment Facility (GEF). Vol. 145, page 10-115
- Setiawan, D. (2006). **Tingkah Laku Makan Domba Lokal Jantan dengan Pakan Konsentrat yang Disubstitusi Lumpur Limbah Industri Alkohol**. Semarang: Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro
- Soeprijanto, Ismail T, Dwi L.M., dan Niken B. **Pengolahan Vinasse dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor UASB**. (2010). Jurnal Purifikasi. Vol. 11, halaman 11-20
- Suwahyono, U. (2008). **Biokonversi Karbondioksida Untuk Bahan Baku Industri**. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 9, halaman 74-78
- Widharto, D., Rianto E., dan Purnomoadi A. (2005). **Lumpur Industri Alkohol Sebagai Penyusun Konsentrat Pakan Domba**. Semarang: Universitas Diponegoro
- Weston, N.C., and Stuckey, D.C. (1994). **Cleaner Technologies and The UK Chemical Industri**. UK: Institution of Chemical.
- Yani, M. Purwaningsih, I., dan Nandang, M.M. (2012). **Penilaian Daur Hidup (LCA) Gula pada Pabrik Gula Tebu**. E-Jurnal Agroindustri Indonesia. Vol. 1, halaman 60-70.
- Yasa, M. (2010). **Ekonomi Hijau, Produksi Bersih, dan Ekonomi Kreatif: Pendekatan Mencegah Resiko Lingkungan Menuju Pertumbuhan Ekonomi Berkualitas di Provinsi Bali**. Bumi Lestari Journal of Environment. Vol.10, halaman 527-615