



TEKNOLOGI PEMANFAATAN **LIMBAH**

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih

TEKNOLOGI PEMANFAATAN LIMBAH

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih



CV. AE MEDIA GRAFIKA

TEKNOLOGI PEMANFAATAN LIMBAH

ISBN: 978-623-5516-08-0

Cetakan ke-1 November 2021

Penulis:

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih

Penerbit

CV. AE MEDIA GRAFIKA
Jl. Raya Solo Maospati, Magetan, Jawa Timur 63392
Telp. 082336759777
email: aemediagrafika@gmail.com
website: www.aemediagrafika.com

Anggota IKAPI Nomor: 208/JTI/2018

Hak cipta @ 2021 pada penulis
Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit*



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan petunjukNya sehingga penulisan *book Chapter* : Teknologi Pemanfaatan Limbah dapat terselesaikan dengan baik.

Seiring meningkatnya aktivitas yang dilakukan manusia maka limbah yang dihasilkan juga semakin meningkat sehingga perlu dilakukan teknologi pengelolaan limbah yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan lingkungan. *Book Chapter* ini ditulis dengan harapan dapat menambah pengetahuan para pembaca tentang teknik , metode dan peraturan-peraturan terkait pengelolaan limbah.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan *book chapter* . Kritik dan saran untuk perbaikan dalam penulisan *book chapter* penulis harapkan. Semoga kita bisa menjadi agen perubahan lingkungan salah satunya dengan melakukan pengelolaan limbah dengan baik dan benar.

Madiun, November 2021
Penulis



DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iv
Bagian 1	
Briket dari Limbah Biomassa	1
Bagian 2	
Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas	11
Bagian 3	
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pengolahan Limbah	23
Bagian 4	
Limbah Buah Jeruk Bermanfaat?	33
Bagian 5	
Green Adsorben (Biosorpsi) Sebagai Solusi Penanganan Pencemaran Air Limbah Pewarnaan dan Limbah Logam Berat	43
Bagian 6	
Pupuk Organik Cair dari Limbah Tahu	53



Bagian 1

Briket dari Limbah Biomassa

Nasrul Rofiah Hidayati

*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas PGRI Madiun*

Abstrak

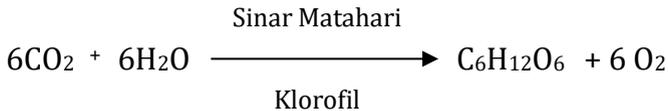
Berkurangnya ketersediaan bahan bakar minyak di Indonesia yang disertai dengan angka kenaikan konsumsinya, maka diperlukan adanya pembaharuan energi alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan limbah biomassa menjadi briket. Di Indonesia limbah biomassa tersedia melimpah, dengan mengolah limbah biomassa menjadi briket untuk meningkatkan nilai kalornya .

Bahan bakar briket dari limbah biomassa dibuat dengan cara mengolah limbah biomassa menjadi arang (*char*) melalui proses karbonisasi. Arang yang terbentuk mempunyai sifat lebih baik dari pada kayu bakar karena arang lebih stabil, kadar airnya rendah, tidak berasap, efisien dan praktis. Dalam pembuatan bahan bakar briket limbah biomassa, arang yang telah diperoleh dari proses karbonisasi kemudian dicetak dengan bahan perekat dan diberikan tekanan tertentu (densifikasi) menjadi briket yang disebut biobriket.

Kata Kunci: Briket, Limbah Biomassa, Karbonisasi, Densifikasi

A. Biomassa

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintetik yang ada di permukaan bumi baik berupa produk maupun buangan . Berikut adalah reaksi fotosintesis:



Contoh biomassa antara lain : tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Biomassa dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu: limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun energi, dan limbah organik (*Energy Europe Insitute* dalam Herri Susanto). Biomassa dimanfaatkan untuk bahan pangan, miyak nabati, serat, bahan bangunan , pakan ternak, sebagainya. Limbah hasil pengolahan biomassa dapat diolah menjadi bahan bakar sebagai salah satu cara dalam mengatasi limbah dan juga sebagai energi alternatif .

B. Potensi Energi Biomassa di Indonesia

Indonesia sebagai negara agraris, memiliki sumber biomassa yang melimpah dari sektor pertanian, kehutanan dan perkebunan. Potensi biomassa sebagai bahan baku bioenergi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif selain dapat meningkatkan ketahanan energi nasional, juga sebagai penyedia energi bersih yang dapat meminimalisir emisi karbondioksida. Penggunaan energi biomassa di Indonesia mulai diupayakan untuk

menekan penggunaan energi fosil dari batubara. Energi biomassa diproyeksikan akan mencapai target bauran energi baru terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025. Penggunaan bioenergi merupakan salah satu bentuk transisi ke sistem energi rendah karbon yang berpotensi pada sektor energi terbarukan dan menjadi salah satu industri energi yang padat karya. (Ditjen EBTKE , Kementerian ESDM). Potensi energi biomassa di Indonesia dapat dilihat dari tabel 1 di bawah ini:

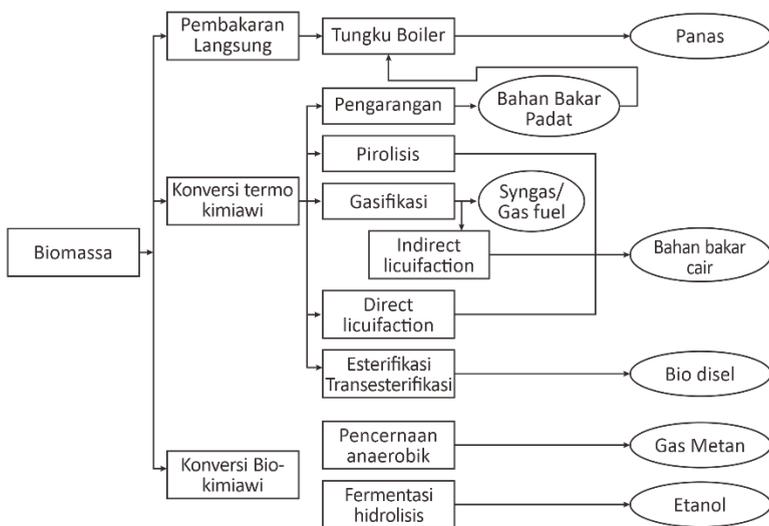
Tabel 1.1 Potensi Energi Biomassa di Indonesia

No	Potensi	Sumatera	Kalimantan	Jamali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total (Mwe)
1	Kelapa Sawit	8.812	3.384	60	-	323	-	75	12.654
2	Tebu	399	-	854	-	42	-	-	1.295
3	Karet	1.918	862	-	-	-	-	-	2.781
4	Kelapa	53	10	37	7	38	19	14	177
5	Sekam Padi	2.255	642	5.353	405	1.111	22	20	9.808
6	Jagung	408	30	954	85	251	4	1	1.733
7	Singkong	110	7	120	18	12	2	1	271
8	Kayu	1.212	44	14	19	21	4	21	1.335
9	Limbah Ternak	96	16	296	53	65	5	4	535
10	Sampah Kota	326	66	1.527	48	74	11	14	2.066
Total (Mwe)		15.588	5.062	9.215	636	1.937	67	151	32.654

(Sumber : Ditjen EBTKE , Kementerian ESDM 2020)

Dari tabel dapat dilihat biomassa berbasis pertanian dan limbah mempunyai potensi yang menjanjikan untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Dari tabel potensi ini dikonversi ke dalam energi listrik (Megawatt electricity). Material organik dari biomassa mengandung air dengan kadar kurang lebih 80 – 90% sehingga diperlukan proses pengeringan. Pengeringan dilakukan untuk meningkatkan kandungan

senyawa hidrokarbon pada material organik karena hidrokarbon adalah senyawa penting dalam mengolah biomassa menjadi energi alternatif. Di Indonesia limbah hasil pertanian tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu cara memanfaatkan limbah pertanian ini dengan mengolahnya menjadi energi dengan mengkonversinya. Beberapa teknologi untuk mengkonversi biomassa, dapat dilihat dari **gambar 1.1** berikut :



Gambar 1.1 Teknologi konversi biomassa

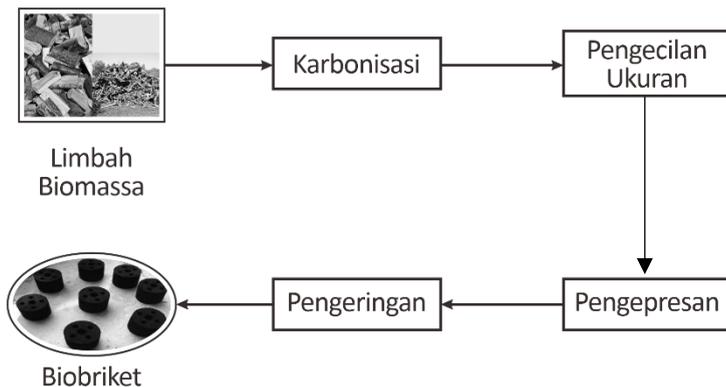
Perbedaan teknologi alat yang digunakan dalam mengkonversi biomassa akan menghasilkan perbedaan produk bahan bakar. Teknologi yang digunakan dalam konversi biomassa menjadi bahan bakar dibedakan menjadi 3 yaitu pembakaran secara langsung, konversi secara termokimiawi dan konversi secara biokimiawi. Pembakaran langsung dilakukan dengan memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar dengan

langsung dibakar tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Biopellet merupakan salah satu pemanfaatan limbah biomassa dengan cara mengeringkan limbah biomassa, melakukan pengecilan ukuran, pencampuran dengan perekat ataupun tanpa perekat untuk selanjutnya didensifikasi untuk mendapatkan ukuran yang merata agar lebih praktis dalam penggunaannya. Konversi termokimiawi merupakan teknologi memberikan perlakuan termal kepada biomassa sehingga terjadi reaksi kimia dalam menghasilkan bahan bakar. Konversi biokimiawi adalah teknologi konversi biomassa dengan menggunakan mikroba untuk menghasilkan bahan bakar.

Pengolahan biomassa menjadi energi akan dilepaskan gas karbon dioksida (CO_2) ke udara. Hal ini merupakan salah satu bagian dari siklus karbon yang lebih pendek dibandingkan dengan siklus CO_2 yang dilepaskan oleh bahan bakar minyak bumi atau gas alam. Prosentase karbon dalam biomassa dapat ditingkatkan dengan melakukan pengurangan terhadap kadar air yang dapat dilakukan melalui proses karbonisasi. Salah satu metode karbonisasi adalah dengan menggunakan reaktor pirolisis. Pirolisis bertujuan untuk mendapatkan arang yang nilai kalornya akan lebih tinggi dari biomassa sebelum dilakukan proses pirolisis. Hasil degradasi biomassa pada proses pirolisis akan dihasilkan senyawa organik berbentuk cair seperti tar, senyawa hidrokarbon berat dan asam-asam organik, serta dihasilkan gas seperti CO , CO_2 , H_2O , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , dll. Fraksi masing-masing produk pada proses pirolisis dipengaruhi oleh temperatur akhir pirolisis, dan laju pemanasan. (Herri Susanto, 2018)

C. Briket dari Limbah Biomassa

Briket merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengkonversi sumber energi biomassa ke bentuk biomassa lain yang dibuat melalui proses karbonasi dan dicetak dengan tekanan tertentu sehingga bentuknya menjadi lebih teratur. Proses pembuatan briket dari limbah biomassa dapat dilihat pada **gambar 1.2**.



Gambar 1.2 Proses pembuatan briket dari limbah biomassa

Proses pembuatan bahan briket dari limbah biomassa dari gambar di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pemilihan Bahan

Limbah biomassa sebagai bahan baku pembuatan briket dibersihkan dari pengotor dan dikelompokkan berdasarkan jenisnya

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses penguraian suatu bahan yang dilakukan pada suhu yang tinggi tanpa kontak langsung dengan udara

3. Pengecilan Ukuran

Ukuran serbuk arang dalam pembuatan briket harus diperhatikan agar dalam proses densifikasi bisa sempurna dan akan dihasilkan briket yang tidak mudah pecah

4. Penambahan perekat (*Binder*)

Penggunaan binder bertujuan agar menarik air dan membentuk tekstur yang padat. Dengan menggunakan perekat pada proses densifikasi besarnya tekanan akan lebih kecil dibandingkan jika briket tanpa menggunakan binder

5. Pengepresan (*Densifikasi*)

Pada proses densifikasi, bahan dikenai tekanan akan membentuk produk yang mempunyai *bulk density* yang lebih tinggi, dan kandungan air nya lebih sedikit, serta akan mendapatkan keseragaman bentuk dan ukuran.

6. Pengeringan

Pengeringan dilakukan agar biobriket yang dihasilkan memiliki kadar air sesuai dengan ketentuan kadar air briket yang berlaku. Pengeringan bisa dilakukan dengan penjemuran, menggunakan oven, kiln

Untuk mengukur kualitas briket yang dihasilkan maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan parameter-parameter kualitas briket sebagai berikut.

Tabel 1.2 Parameter kualitas briket

No	Uji	Keterangan
1	Nilai kalor (<i>Heating value</i>)	Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin baik kualitas briketnya. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar karbonnya.
2	Kadar air (<i>moisture content</i>)	Semakin rendah kadar air maka semakin baik mutu briket tersebut, karena kandungan air yang tinggi pada briket (diatas 15 %) akan menghasilkan briket yang mudah pecah jika dilakukan pemanasan.
3	Kadar abu (<i>ash content</i>)	Kandungan abu yang semakin kecil akan meningkatkan mutu briket, karena semakin kecil kadar abu maka briket tersebut dalam proses pembakaran akan lebih awet (tidak mudah terbakar menjadi abu).
4	<i>Volatile matter</i>	<i>Volatile matter</i> adalah senyawa-senyawa yang dilepaskan biomassa pada waktu proses pirolisis. Gas-gas yang dihasilkan pada proses pirolisis ini antara lain H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , hidrokarbon ringan, tar, ammonia, sulfur, dan oksigen. Kandungan volatile matters diatas 15 % akan menghasilkan briket yang cepat habis terbakar
5	<i>Fixed carbon</i>	Semakin tinggi kandungan <i>fixed carbon</i> maka nilai kalorinya akan semakin tinggi

Hasil pengukuran kualitas briket berdasarkan parameter di atas harus mengacu pada parameter SNI kualitas briket untuk briket bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Referensi

- A.A.G.M. Pelayun, "Pembangkit Tenaga Biomassa", Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udayana, 2017.
- A.I. Pratiwi, M. Asri, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Berbasis Tongkol Jagung", Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo, Dielektrika, [P-ISSN 20886-9487] [E-ISSN 2579- 650x], vol. 5, no.2, pp. 108–115 Agustus 2018.
- Biomassa – Pengertian, Prinsip, Manfaat & Contoh Energi", Internet: <https://rimbakita.com/biomassa> (diakses: 2 November 2021)
- Biomass Energy Europe. 2010. Harmonization of biomass resource assessments, Volume I: Best Practices and Methods Handbook. BEE: Freiburg-Germany.
- Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE), Kementerian ESDM, 2020
- Herri Susanto, "Pengembangan Teknologi Gasifikasi untuk mendukung Kemandirian Energi dan Industri Kimia", Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, 2018
- <http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/elearning/media/Energi%20dan%20Listrik%20Pertanian/MATERI%20WEB%20ELP/Bab%20III%20BIOMASSA/indexBIOMASSA.htm> (diakses: 2 November 2021)



Bagian 2

Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas

Ade Trisnawati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas PGRI Madiun

Abstrak

Usaha peternakan seperti ternak sapi umumnya menyisakan limbah pembuangan yang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah kotoran sapi yang berupa fekes, urin dan sisa pakan umumnya dibiarkan menumpuk, dibuang ke sungai atau langsung digunakan sebagai pupuk tanaman. Pemanfaatan kotoran sapi dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi sumber energi alternatif berupa biogas yang dapat dimanfaatkan oleh warga. Pemanfaatan limbah ternak sapi ini dapat diterapkan pada daerah padat penduduk yang banyak memelihara ternak seperti sapi yang mana pada daerah tersebut belum pernah dilaksanakan sosialisasi dan pelatihan pembuatan biogas. Tahap sosialisasi ini diharapkan mampu mewujudkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Tahapan selanjutnya pelatihan pembuatan biogas. Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah terwujudnya produk alat biogas sederhana yang aman, murah dan ramah lingkungan, meningkatnya pengetahuan masyarakat tentang prosedur pembuatan dan pengoperasian biogas serta cara perawatannya.

Kata Kunci: Kotoran Sapi, Biogas

Usaha peternakan saat ini semakin banyak diminati warga masyarakat karena lebih menjanjikan sebagai sumber tambahan pendapatan warga. Meskipun usaha peternakan sapi ini sudah dimulai sejak lama oleh masyarakat, tetapi sampai saat ini pemanfaatan limbah pembuangan ternak belum dilakukan secara maksimal oleh warga. Limbah pembuangan yang berupa feses, urin dan sisa pakan dibiarkan menumpuk, dibuang ke sungai atau langsung digunakan sebagai pupuk tanaman.

Limbah pembuangan ternak dapat memberikan pengaruh yang negatif terhadap tanah, tanaman bahkan manusia. Bahan organik seperti kotoran sapi perlu diproses menjadi produk yang bermanfaat sehingga mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan sekitar, baik itu berupa polusi udara yang menyebabkan gangguan kesehatan dan pencemaran pada sumber air terdekat (Indri dkk., 2015). Kotoran ternak juga mengandung bibit penyakit yang dapat menular ke hewan dan manusia (Fitriyanto dkk., 2015). Namun, jika limbah kotoran sapi bisa diolah dengan baik dapat menjadi sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh warga berupa biogas.

Sebagaimana diketahui, teknologi inovasi pembuatan biogas telah lama diterapkan namun aplikasinya sebagai sumber energi alternatif masih kurang. Menurut Mulyatun (2016), kendala yang menghambat antara lain kurangnya SDM, seringnya terjadi kebocoran atau kesalahan konstruksi pada reaktor biogas, rancangan bentuk reaktor yang rumit, penanganan dengan cara manual, dan biaya pembuatan rangkaian alat produksi yang cukup mahal.

Pembuatan biogas dari kotoran sapi memerlukan tiga keahlian utama, yaitu merancang dan membuat reaktor, mengoperasikan kompor biogas, serta merawat dan

memelihara reaktor biogas. Reaktor biogas sederhana didesain dengan kapasitas 18 m³ untuk menampung kotoran dari 10-12 ekor sapi. Berdasarkan perhitungan desain yang dilakukan Mulyatun (2016), reaktor mampu menghasilkan biogas sebanyak 6m³/hari. Faktor yang mempengaruhi produksi gas metana (CH₄), yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar, adalah rasio C/N input (kotoran ternak), waktu, pH, suhu dan toksisitas. Ketika suhu digester berkisar 25-27 °C dan pH 7-7,8 mampu menghasilkan biogas dengan kandungan metana mencapai 77%.

Biogas yang terbentuk kemudian dihubungkan dengan kompor biogas. Cara pengoperasian kompor biogas diantaranya adalah kran pada kompor biogas pada saat penggunaan harus sedikit dibuka, pemantik api harus dinyalakan dan disulut tepat di atas tungku kompor. Jika menginginkan api yang lebih besar maka kran gas harus dibuka lebih besar, demikian pula sebaliknya. Pemeliharaan dan perawatan reaktor biogas dapat dilakukan dengan cara: (1) reaktor harus dihindarkan dari gangguan anak, tangan jahil ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor, yaitu dengan cara memagar dan memberi atap agar air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor; dan (2) pengaman gas harus selalu diisi dengan air sampai penuh (Mulyatun, 2016).

A. Aplikasi Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas

Pemanfaatan limbah pembuangan ternak seperti kotoran sapi sebagai biogas dan pupuk organik telah banyak dilakukan di Indonesia sebagai contoh di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang (Saputri *dkk.*, 2014) dan di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah (Sulistiyanto *dkk.*, 2016). Namun, pengetahuan

tersebut belum sampai pada pelosok Kabupaten Ponorogo khususnya Desa Bareng Kecamatan Babadan.



Gambar 2.1 Limbah Kotoran Ternak Sapi Warga

Beberapa penyebab kurangnya pemanfaatan limbah peternakan sapi di Desa Bareng, diantaranya adalah pertama sebagian besar warga penduduk desa Bareng memiliki tingkat pendidikan yang rendah. Peternak sapi di Bareng 2 tepatnya di dusun Gebang dan Mbelikdandang yang berjumlah 14 warga tidak ada yang bergelar sarjana, hanya 2 orang lulusan SMP dan lainnya hanya lulusan sekolah dasar. Warga masih minim pengetahuan mengenai pembuatan biogas dan pupuk organik yang aman bagi tanaman.

Penyebab kedua yaitu belum pernah dilakukan sosialisasi atau pelatihan mengenai pembuatan energi alternatif biogas dan pupuk organik. Pelatihan seperti ini dapat dimanfaatkan oleh warga untuk meningkatkan pengetahuan mengenai pembuatan biogas dan pupuk organik yang aman, sehingga dapat mengoptimalkan potensi dari hewan ternak yang mereka miliki. Warga masih menganggap bahwa pembuatan biogas membutuhkan peralatan yang mahal dan pembuatannya pun susah. Ketidaksanggupan warga dalam membeli peralatan yang mahal ini disebabkan oleh pendapatan perkapita yang sedikit yaitu sekitar Rp. 500.000,- per bulan. Penyebab ketiga yaitu kurangnya kesadaran warga akan bahaya pencemaran limbah pembuangan ternak. Kotoran ternak dapat menjadi awal mula terjadinya penularan penyakit ke hewan dan manusia (Fitriyanto dkk, 2015). Oleh karena itu, perlu adanya sosialisasi dan pelatihan kepada warga mengenai pemanfaatan limbah khususnya kotoran sapi yang tidak terpakai menjadi bahan sumber energi alternatif yaitu biogas.

Pemanfaatan kotoran sapi ini diharapkan dapat meringankan biaya ekonomi masyarakat seperti mengurangi pembelian gas untuk memasak dan menggantinya dengan menggunakan biogas alami. Selain itu kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat tidak hanya peternak saja namun remaja produktif dapat mengembangkan inovasi baru dalam pembuatan biogas. Selain itu, remaja produktif dapat mengembangkan usaha mandiri berbekal sosialisasi manajemen usaha

B. Sosialisasi Tentang Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi

Sosialisasi ini dilakukan guna memotivasi masyarakat agar menyadari pentingnya informasi, ilmu pengetahuan, dan teknologi dalam rangka meningkatkan kesejahteraan. Adapun materi yang akan diberikan meliputi pengantar tentang kotoran sapi (sifat, kegunaan, dan cara pengolahan), biogas, dan pupuk (definisi, manfaat, dan metode).

C. Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi

Pelatihan pembuatan biogas dari kotoran sapi dimaksudkan untuk memotivasi masyarakat agar mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan energi dan pupuk. Alat-alat yang digunakan pada pembuatan biogas dan pupuk antara lain: drum plastik, pipa paralon, selang, kompor, penghubung T, elbow, sok drat, stop kran, karet ban, plastik PE, ember, sekop, dan timbangan. Sedangkan bahan- bahan yang digunakan adalah: kotoran sapi, air, lem pipa, dan EM 4 pertanian.

Pembuatan digester dimulai dengan melubangi drum pada 2 sisi yaitu untuk saluran *inlet* dan *outlet*. Saluran *inlet* dan *outlet* menggunakan pipa paralon dengan ukuran 2 dim. Kemudian dibuat lubang pengeluaran gas pada bagian atas drum yang nantinya lubang disambung dengan pipa ukuran ½ dim dan sambungan T. Sambungan T dihubungkan dengan pipa paralon ½ dim menuju tempat penampungan gas dan saluran menuju ke kompor. Penampung gas dibuat dengan memotong plastik berbentuk tabung sepanjang 3 m, salah satu ujungnya diikat dengan karet ban dan ujung yang lainnya disambungkan dengan pipa paralon ½ dim menuju ke arah kompor.

D. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan dalam empat tahap yaitu persiapan, sosialisasi, pembuatan biogas, monitoring dan evaluasi program. Pertama, tahap persiapan yang meliputi survey lokasi sasaran dan melakukan identifikasi permasalahan. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan minggu pertama bulan September 2020. Berdasarkan hasil survey diketahui bahwa banyak peternak sapi yang belum menggunakan kotoran sapi secara maksimal. Sebagian peternak sapi sudah mengetahui bahwa kotoran sapi dapat digunakan sebagai biogas, akan tetapi mereka belum mengetahui bagaimana rangkaian alat biogas yang murah dan sederhana yang dapat mereka manfaatkan untuk kehidupan sehari-hari.

Kedua, tahap sosialisasi. Tahap ini dilakukan guna memotivasi masyarakat agar sadar pentingnya informasi, ilmu pengetahuan, dan teknologi dalam rangka

meningkatkan kesejahteraan. Kegiatan sosialisasi ini dilaksanakan pada tanggal 27 September 2020. Adapun materi yang akan diberikan meliputi pengantar tentang kotoran sapi (sifat, kegunaan, dan cara pengolahan), biogas, dan pupuk (definisi, manfaat, dan metode). Kegiatan ini dihadiri oleh 10 orang warga yang terdiri dari warga pemilik sapi dan remaja produktif. Mengingat kondisi di Indonesia yang siaga terhadap virus covid-19 maka kerumunan masa harus dibatasi.

Sosialisasi tentang pembuatan biogas dari kotoran sapi ini mampu mewujudkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Memberikan pengetahuan mengenai prosedur pembuatan alat biogas yang benar dan berkualitas.



Gambar 2.2 Sosialisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas

Ketiga, Tahap pembuatan biogas dari kotoran sapi. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 18-19 Oktober 2020 dan dihadiri oleh 2 orang perwakilan warga peternak sapi. Tahap ini diawali dengan menentukan lokasi penanaman digester pada tanah. Letak perangkat alat biogas tidak jauh dari kandang dan tempat pemanfaatan biogas. Tahap kedua, pembuatan digester dengan menggunakan drum plastik ukuran 200 L. Penggunaan drum ini dirasa lebih efisien untuk skala rumah tangga dan tidak terlalu memberatkan warga jika ingin membuat rangkaian alat biogas ini. Langkah selanjutnya memasang saluran saluran biogas antara digester dengan kompor dan penampung gas. Dalam pemasangan sambungan guna saluran gas diusahakan untuk benar-benar rapat agar tidak terjadi kebocoran. Pembuatan pupuk organik dari kotoran sapi juga sangat mudah dilakukan karena semua bahan-bahan tersedia dan harganya hemat. Pelaksanaan pembuatan alat biogas sederhana dan pembuatan pupuk organik ini direkam dan dibuatkan video guna diperlihatkan kepada warga peternak lain yang tidak mengikuti. Kegiatan ini berusaha untuk membantu mitra dalam hal ini warga peternak sapi untuk dapat menghasilkan produk perangkat biogas sederhana dan pupuk organik secara mandiri. Dengan adanya pelatihan ini diharapkan warga dapat memanfaatkan potensi dari kotoran sapi agar dapat bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari.

Keberhasilan proses fermentasi pada alat produksi biogas ini dapat dideteksi dengan uji nyala api. Jika uji nyala api yang terbentuk adalah nyala api berwarna biru maka hasil biogas tersebut sudah sesuai dengan apa yang diharapkan. Namun tidak hanya uji

nyala saja, api yang dihasilkan harus dapat menyala dengan stabil sehingga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari seperti memasak.



Gambar 2.3 Instalasi Produksi Biogas Sederhana



Gambar 2.4 Uji Nyala Api Biogas Sederhana

Berdasarkan hasil rancangan alat produksi biogas diketahui bahwa pada hari ke-3 sampai hari ke-7 sudah mulai terbentuk gas, namun gas yang dihasilkan belum

dapat digunakan untuk menyalakan api pada tes uji nyala api. Pada hari ke-14 biogas yang dihasilkan sudah dapat menghasilkan nyala api berwarna biru namun nyala belum stabil. Menginjak hari ke-20 warna nyala api berwarna biru, sudah dapat menyala penuh pada kompor, nyala stabil namun tidak dapat bertahan lama. Gambaran kualitas biogas yang dihasilkan dapat diketahui dari tes uji nyala api pada biogas yang dihasilkan. Jika warna nyala api berwarna biru dapat diartikan bahwa kadar gas metana (CH_4) pada biogas yang terbentuk sudah mulai mendominasi atau kadarnya tinggi. Metana yang terkandung di dalam gas dapat terbakar maka diperkirakan kandungan metana dalam gas sekitar 45% (Ihsan, dkk 2013). Karakteristik biogas memiliki tekanan yang rendah sehingga perlu pemampatan agar dapat disimpan pada wadah yang lebih kecil volumenya seperti tabung.

Evaluasi dari hasil pelatihan ini diantaranya alat produksi biogas yang dibuat ternyata menghasilkan gas yang bertekanan rendah dalam jumlah kecil terbukti dari hasil uji nyala api warna biru yang tidak stabil dan tidak bertahan lama. Adapun saran setelah pelaksanaan kegiatan ini perlu adanya pembuatan digester yang lebih besar lagi sehingga menghasilkan banyak gas dan nyala api yang terbentuk dapat bertahan lama. Perlu diperhatikan pula teknologi pemampatan untuk gas yang terbentuk pada alat biogas karena tekanan yang dihasilkan rendah sehingga dapat disimpan pada wadah bervolume kecil seperti tabung. Selain itu perlu adanya pelatihan lebih lanjut untuk cara perawatan alat biogas agar dapat bertahan lama dan dapat terus dimanfaatkan oleh warga

Referensi

- Fitriyanto, N.A., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A., Erwanto, Y., Abidin, M.Z., Baliarti, E., & Suranindyah, Y.Y. (2015). Penyuluhan dan Pendampingan Pengolahan Limbah Peternakan Sapi Potong di Kelompok Tani Ternak Sido Mulyo Dusun Pulosari, Desa Jumoyo, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 01(01): 79-95.
- Ihsan, A., S. Bahri, dan Musafira. 2013. Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. *Online Jurnal of Natural Science*, 2.2. 27-35
- Indri, A., Marina, S., & Maulidin, M.A. (2015). Persepsi Masyarakat Terhadap Manfaat dan Dampak Negatif Limbah Peternakan Sapi Perah (Kasus di Desa Rancamulya Kecamatan Sumedang Utara Kabupaten Sumedang). *Students e-journals*, 4(3).
- Mulyatun. 2016. Sumber Energi Terbarukan dan Pupuk Organik dari Limbah Kotoran Sapi. *DIMAS*, 16(1): 191-214.
- Saputri, Y.F., Yuwono, T., & Mahmudsyah, S. 2014. Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT Biogas 80 KW di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1):1-6.
- Sulistiyanto, Y., Sustiyah, Zubaidah, S., & Satata, B. 2016. Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga Di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(2): 150-158.



Bagian 3

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pengolahan Limbah

Dyan Hatining Ayu Sudarni

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas PGRI Madiun

Abstrak

Keselamatan dan Kesehatan kerja tentang pengolahan limbah sudah tercantum dalam peraturan pemerintah nomor 22 tahun 2021. Aturan tersebut juga membahas tentang ijin pengolahan sampai penyimpanan limbah berbahaya. Peraturan pemerintah ini sebagai dasar untuk keselamatan dan kesehatan kerja pengolahan limbah secara benar dan penyimpanan limbah secara terstruktur dengan benar. Sebelum pengolahan limbah itu dilakukan terlebih dahulu dilakukan analisa dampak lingkungan biasa disebut AMDAL. Analisa ini dilakukan sebagai dasar pengelompokan limbah yang bisa diolah lagi atau langsung dibuang. Karena limbah yang dihasilkan ini bisa berdampak negatif ataupun berdampak positif. Untuk melihat dampaknya yang akan terjadi dibutuhkan identifikasi bahaya limbah dengan metode yang telah banyak digunakan. Hasil dari indentifikasi digunakan untuk menentukan pengolahan limbah atau pemanfaatan limbah selanjutnya berdasarkan kandungan yang terdapat dalam limbah tersebut. Contohnya limbah ini dapat dimanfaatkan atau diolah menjadi biogas, biomassa, sebagai bahan adsorben aktif dan pemanfaatan lainnya yang sering dijumpai di masyarakat.

Kata Kunci: *AMDAL, Dampak Lingkungan, Peraturan Pemerintah, Identifikasi Limbah*

A. Peraturan Pemerintah tentang Limbah dan K3

Pemerintah telah mengeluarkan aturan baru pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan non-B3. Aturan tersebut tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dengan terbitnya PP 22/2021 maka mencabut sekaligus lima aturan sebelumnya yaitu PP 101/2014 tentang Pengelolaan limbah B3, PP 27/2012 tentang Izin Lingkungan, PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, PP 41/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dan PP 19/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Dan/Atau Perusakan Laut. Kemudian, aturan baru tersebut juga mengubah PP 46/2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup (Hukumonline.com). Karena limbah sendiri dapat dimanfaatkan atau diolah sebelum dibuang di lingkungan. Maka dari itu diperlukan pengolahan K3 dengan baik dan benar dilihat dari jenis limbah yang dihasilkan. Hal tersebut akan meningkatkan ilmu dan memperoleh nilai ekonomis lebih di masyarakat.

Limbah sendiri dapat diartikan sebagai sisa atau buangan/sampah yang dihasilkan dari suatu proses atau kegiatan laboratorium yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu merugikan/merusak lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis (PP 22/2021). Limbah B3 adalah sisa usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan

lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain (PP 22/2021). Hal ini harus juga penting untuk penyimpanan dan penandaan/pemasangan label di tempat limbah. Pemasangan label peringatan tentang bahaya dengan label atau tanda merupakan syarat penting dalam perlindungan keselamatan kerja.



Gambar 3.1 Label Bahan Kimia

Label MSDS dikelompokkan menjadi 4 hal sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan menggunakan *National Association Fire Protection (NFPA) 704* seperti gambar 1 yang memiliki arti sebagai berikut.

Tabel 3.1 Arti Label Bahan Kimia (NFPA 704)

Simbol dan Angka	Keterangan	Contoh
Biru - 0	Tidak menimbulkan bahaya kesehatan	Air
Biru - 1	Menyebabkan iritasi dan sisa luka ringan	Aseton
Biru - 2	Paparan non-kronis yang instens atau berkelanjutan menyebabkan cedera sedang	Atil eter
Biru - 3	Paparan singkat menyebabkan cedera sedang	Gas klorin

Simbol dan Angka	Keterangan	Contoh
Biru - 4	Paparan singkat menyebabkan cedera berat	Karbon monoksida
Merah - 0	Tidak mudah terbakar	Karbon dioksida
Merah - 1	Harus dipanaskan agar bisa menyala. Titik nyala (90°C)	Minyak, mineral
Merah - 2	Panas sedang atau suhu lingkungan yang relative tinggi diperlukan titik nyala (38°C - 100°C)	Solar
Merah - 3	Cairan atau padatan yang mudah terbakar. Titik nyala (38°C - 100°C)	Bensin
Merah - 4	Menguap dengan cepat atau seluruhnya pada suhu dan tekanan normal atau lebu mudah menyebar di udara. Titik nyala dibawah (23°C)	Hidrogen, Propana
Kuning - 0	Tidak reaktif dengan air	Helium
Kuning - 1	Tidak reaktif nanun jika terkena suhu dan tekanan bisa reaktif	Propena
Kuning - 2	Berubah secara drastic pada suhu dan tekanan tinggi dapat meledak dengan air	Fosfor
Kuning - 3	Bereaksi hebat dengan air atau membentuk campuran yang dapat meledak dengan air	Ammonium nitrat, klorin
Kuning - 4	Sangat eksplosif atau meledak pada suhu dan tekanan normal	TNT, nitroglycerin
Putih - OX	Pengoksidasi	Hidrogen peroksida, ammonium nitrat
Putih - W	Bereaksi dengan air dengan cara yang berbahaya atau tidak biasa	Asam sulfat, natrium
Putih - SA	Gas asfiksia sederhana	Hanya : Nitrogen, Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon

B. Analisa Dampak Lingkungan

Analisa dampak lingkungan atau lebih umum disebut dengan istilah Amdal. Amdal merupakan hal yang paling penting dilakukan diawal saat seorang pengusaha atau pendiri usaha dilakukan sebagai kelengkapan dokumen ataupun untuk menghitung kemungkinan kejadian yang akan muncul saat usaha tersebut telah didirikan. Amdal sendiri merupakan analisa dampak penting suatu usaha atau kegiatan yang direncanakan di awal bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha atau kegiatan (PP 27/2012). Dampak penting ini adalah perubahan yang terlihat dan mendasar setelah dilakukannya analisa dampak dari adanya limbah tersebut.

Salah satu contoh dari analisa dampak pencemaran limbah merkuri (Hg) adalah timbulnya penyakit Minatama dan Itai-Itai di Jepang. Penyakit Minatama ini mengakibatkan gangguan pusat syaraf yang menyebabkan penderitanya sulit mengontrol gerakan anggota tubuhnya. Sedangkan Penyakit Itai-Itai kerusakan pada ginjal hal ini disebabkan ileh kandungan Kadmium (Cd) yang telah terakumulasi (Handry, 1996).

Seharusnya sebelum mendirikan suatu usaha ataupun kegiatan usaha setidaknya harus dianalisa terlebih dahulu dapat lingkungan mungkin akan muncul. Seperti yang dilakukan oleh Fadil dan Raedy, menghitung dahulu pengaruh limbah terhadap lingkungan dan kemungkinan penyakit penyerta yang mungkin timbul. Selain pengaruh juga penting diketahui suatu nilai atau ukuran bahaya dari pendirian suatu pabrik. Untuk mengukur keamanan bisa dilakukan dengan metode metode keamana secara *inherent* diantaranya dengan menggunakan ISV (Dyan dan Juwari, 2018).

C. Pengolahan dan pemanfaatan limbah sesuai dengan K3

Kehadiran limbah ini bisa menyebabkan dampak negatif kebanyakan, oleh sebab itu diperlukan pengolahan yang sesuai atau perhitungan diawal bisa dimanfaatkan atau tidak limbah tersebut (Fadil dan Raedy, 2018). Sebelum menuju pengolahan dan pemanfaatanya terlebih dahulu sebaiknya diukur dengan menggunakan identifikasi bahaya tiap proses produksi. Metode untuk identifikasi bahaya sangatlah banyak salah satunya *Numerical Descriptive Inherent Safety Technique* (NuDIST) (Ahmad dkk, 2014), *Dow's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide* (Dow, 1987), *Index Safety Value* (ISV) (Dyan dan Juwari, 2018), *Inherently safer Chemical Processes* (Kletz, 2009), *HAZOP*, *Event Tree Analysis* (ETA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan masih banyak yang lainnya. Metode ini dilakukan untuk mengukur kegagalan suatu proses dan mungkin akan menghasilkan limbah ataupun dampak yang sangat besar. Salah satu dampak yang berakibat fatal adalah limbah B3. Limbah ini harus dikelola dengan benar.

Pemanfaatan Limbah B3, Pengolahan Limbah B3, dan/atau Penimbunan Limbah B3 yang dilakukan sendiri atau menyerahkan kepada Pengumpul Limbah B3, Pemanfaat Limbah B3, Pengolah Limbah B3, dan/atau Penimbun Limbah B3 sudat diatur dalam peraturan pemerintah no 101 tahun 2014.

Selain berdampak negatif limbah juga bisa berdampak positif. Dalam kenyataanya limbah berupa limbah padat ataupun cair dapat dimanfaatkan kembali dan mampu meningkatkan nilai ekonomi. Pemanfaatan limbah ini banyak dijadikan biomassa dan biogas.

Pembuatan biogas ini dengan memanfaatkan limbah kotoran hewan. Bisa menggunakan kotoran sapi sebagaimana yang dipaparkan oleh Sarwani, dkk, 2020 tentang penerapan pemanfaatan limbah kotoran sapi yang berdampak pada kesejahteraan masyarakat Sindanglaya kecamatan Tanjungsiang Kabupate Subang. Selain sebagai biogas limbah padatan ini juga bisa digunakan atau dimanfaatkan sebagai bahan briket. Pemanfaat limbah dari kulit dari durian dan tempurung kelapa ini sangatlah bagus untuk dijadikan briket. Pemanfaatan ini menghasilkan nilai kalor sebesar 6487, 31 kal/gram. Hasil ini sangat bagus karena nilai rendah kalor kebanyakan briket dari limbah dibawah 5000 kal/gram (Surayani dkk, 2019).

Pemanfaatan limbah ini selain untuk biogas dan biomassa, limbah padat dapat dijadikan adsorbent yang sangat baik untuk menyerap warna. Sudarni dkk, 2021 mengatakan bahwa limbah dari daun cengkeh yang telah disuling dapat digunakan untuk menjernihkan zat warna Malachite Green (MG) dengan kalium hidroksida aktif. Masih banyak pemanfaatan limbah guna mengurangi pencemaran. Contohnya limbah popok bayi bisa digunakan atau dimanfaatkan sebagai media tanam. Pemanfaatan ini mampu mengurangi polusi air sungai yang disebabkan oleh limbah popok bayi ini (Sudarni dan Nisa, 2019). Ada lagi pemanfaatan limbah sebagai antibakteri, dengan cara mengestrak biji jeruk siam untuk membunuh bakteri *Escherichia coli* (Setiawan dkk, 2020). Penelitian dengan pemanfaatan limbah ini sangatlah berguna untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Referensi

- _____, <https://www.hukumonline.com/berita/baca/lt605b01edcd2e1/kewajiban-pelaku-usaha-mengolah-limbah-b3-dan-non-b3-dalam-pp-22-2021/> 2 Maret 2021 diakses 30 Oktober 2021
- Ahmad, S. I., Hashim, H., Hassim, M.H. (2014). Numerical Descriptive Inherent Safety Technique (NuDIST) for Inherent Safety Assessment Petrochemical Process. *J. Process Safety and Environmental Protection*, 92, 379-389.
- Dow Chemical Company. (1987). *Dow's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide*, sixth ed. New York: American Institute of Chemical Engineers
- Habibi, Fadil dan Marwan, Raed. (2018). Pengaruh Limbah terhadap Lingkungan dan Penyakit yang timbul serta Penanggulangan. Seminar dan Koferensi nasional IDEC : Surakarta 7-8 Mei 2018
- Handry, Satriago. (1999). *Himpunan Istilah Lingkungan Untuk Manajemen Institut Pengembangan Manajemen Indonesia*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Heikkila, A. M. (1999). *Inherent Safety Process Plant Design Index Based Approach*. Helsinki: University of Technology.
- Kletz, T. (2009). *Inherently Safer Chemical Processes*, second edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- National Association Fire Protection (NFPA) 704* tentang Penandaan label bahan berbahaya dan beracun
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Dan/Atau Perusakan Laut.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Lingkungan Hidup

Peraturan Pemerintah Nomor 27 tahun 2012 tentang Izin Lingkungan

Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran

Peraturan Pemerintah Nomor 46 tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air

Sarwani, Sunardi, Nardi, AM. E Nurzaman, Marjohan, Masno dan Hamsinah. (2020). *Penerapan Ilmu Manajemen dalam Pengembangan Agroindustri Biogas dari Limbah Kotoran Sapi yang Berdampak pada Kesejahteraan Masyarakat Desa Sindanglaya Kecamatan Tanjungsang Kabupaten Subang*. Jurnal Abdimas Humanis. Vol 1. No.2

Setiawan, Mohammad Arfi., Retnoningrum, Mita Dewi., Yahya, Febriyandhi..Andika, Resa Ragil.,Sudarni, Dyan Hatining Ayu. (2020). *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Jeruk Siam ([Citrus reticulata](#)) pada Bakteri [Escherichia coli](#)*. Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI). Vol.7 No.2 hal.289-295

Sudarni, Dyan Hatining Ayu, dan Juwari. (2018). *Pengukuran Indeks Keamanan Proses Produksi MMA (Methyl Methacrilate) dengan ISV (Index Safety Value)*. CHEESA: Chemical Engineering Research Article : Madiun, 26-30 Vol 1

Sudarni, Dyan Hatining Ayu dan Nisa, Nur Ihda Farikhatin. (2019). *Pelatihan dan Sosialisasi Pengolahan Limbah Diapers sebagai Media Tanam di SMK Al-Inabah Ponorogo*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian LPPM Universitas PGRI Madiun. Hal. 391-394

Sudarni, Dyan Hatining Ayu, Aigbe, Uyiosa Osagie, Ukhurebor, Kingsley Eghonghon, Onyancha, Robert Birundu,

Kusuma, Heri Septya, Handoko Darmokoesoemo, Otolorin Adelaja Osibote, Vincent Aizebeoje Balogun, Bernadeta Ayu Widyaningrum. (2021). [Malachite Green Removal by Activated Potassium Hydroxide Clove Leaf Agrowaste Biosorbent: Characterization, Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies](#). Adsorption Science & Technology. Hindawi

Suryani, Eva, Farid, Muhammad dan Mayub, Afrizal. (2019). *Implementasi karekteristik Nilai kalor Briket Campuran Limbah Kulit Durian dan tempurung Kelapa pada Pembelajaran Suhu dan Kalor di SMP N 15 Kota Bengkulu*. PENDIPA Journal of Science Education. Vol.3 No.3 , 146-153



Bagian 4

Limbah Buah Jeruk Bermanfaat?

Mohammad Arfi Setiawan

*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas PGRI Madiun*

Abstrak

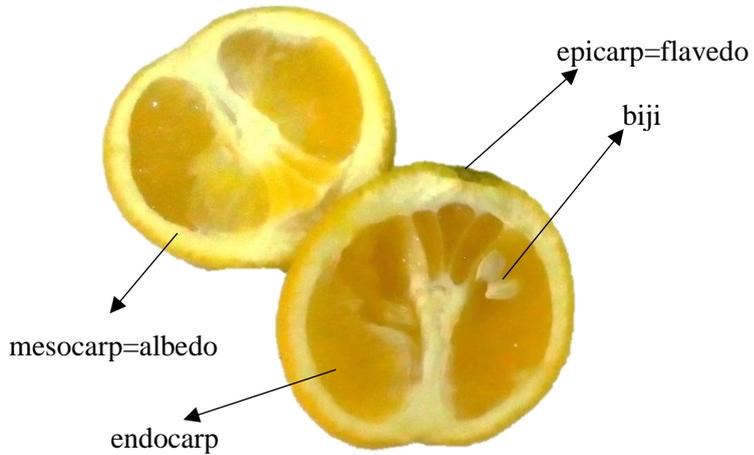
Buah jeruk merupakan salah satu buah dengan kandungan vitamin C yang tinggi sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Buah jeruk hanya dikonsumsi pada bagian daging buah atau bulir, yang menyebabkan kulit dan bijinya terbuang dan menjadi limbah organik. Kulit dan biji jeruk memiliki kandungan yang tidak kalah dengan daging buahnya antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, fenol, saponin dan asam lemak. Adanya kandungan senyawa-senyawa ini memungkinkan limbah buah jeruk dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri, antivirus, antioksidan, dan antijamur. Pemanfaatan limbah buah jeruk dilakukan dengan mengekstrak senyawa-senyawa bioaktif dengan pelarut polar maupun nonpolar. Limbah buah jeruk berpotensi digunakan sebagai obat alternatif alami untuk berbagai penyakit. Pemanfaatan ini mengajarkan kepada kita bahwa yang terbuang ternyata memiliki segudang manfaat jika tahu pengolahannya.

Kata kunci: bioaktivitas, buah jeruk, limbah

A. Peraturan Pemerintah tentang Limbah dan K3

Apa yang terlintas dalam pikiran anda jika mendengar kata vitamin C?

Ya, pasti buah jeruk. Buah jeruk memiliki kandungan vitamin C sekitar 12-13% (Fitriana & Fitri, 2020) bahkan bisa sampai 70% (Pracaya, 2003). Jeruk dengan nama ilmiah *Citrus sp* merupakan tanaman buah yang berasal dari Asia yang dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Jeruk memiliki enam genus yaitu, *Citrus*, *Microcitrus*, *Fortunella*, *Poncirus*, *Cymenia* dan *Eremocitrus*. *Citrus* merupakan genus yang terkenal dan banyak dibudidayakan dan sekarang menjadi jeruk komersial (Martasari, 2017). Menurut ahli taksonomi, spesies jeruk yang dibudidayakan antara 16-156 spesies dari enam genus tersebut (Ollitrault & Navarro, 2012). Berdasarkan morfologi dan data molekuler ada beberapa spesies yang dibudidayakan antara lain, *Citrus aurantifolia*; jeruk nipis, *Citrus grandis*; pomelo, *Citrus reticulata*; jeruk keprok, *Citrus nobilis*; jeruk siam *Citrus medica*; jeruk sukade. Sedangkan hibrida dari jeruk yang dibudidayakan antara lain, *Citrus hystrix*; jeruk purut, *Citrus limon*; jeruk lemon, *Citrus sinensis*; jeruk manis, *Citrus paradisi*; jeruk limau gedang (Wikipedia, 2021). Semua bagian tanaman jeruk dimanfaatkan oleh masyarakat, tetapi sebagian besar jeruk dimanfaatkan pada bagian buah sebagai minuman, perasa asam pada makanan atau dikonsumsi secara langsung. Secara umum buah jeruk terdiri dari daging buah dan kulit buah. Daging buah yang dapat dimakan dinamakan *endocarp*. Bagian-bagian buah jeruk dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 4.1 Anatomi buah jeruk

Buah jeruk sangat terkenal di Indonesia dan dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat. Konsumsi yang besar tersebut mengakibatkan banyaknya limbah buah jeruk yang dibuang dan menjadi sampah organik. Bagian kulit dan biji jeruk menjadi limbah yang banyak ditemui karena bagian yang dikonsumsi hanya daging buahnya saja. Limbah organik buah jeruk sebenarnya sangat bermanfaat bagi kesehatan yaitu sebagai antibakteri, antivirus, antioksidan, dan antijamur.

B. Ekstraksi Senyawa Aktif Limbah Buah Jeruk

Limbah buah jeruk tidak langsung digunakan sebagai antibakteri, antivirus, antioksidan, dan antijamur tetapi perlu mengekstraksi senyawa-senyawa aktifnya. Metode ekstraksi meliputi maserasi, distilasi dan sokhletasi. Metode maserasi merupakan metode yang paling mudah karena sampel hanya direndam dengan pelarut. Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu senyawa tidak semuanya terekstrak pada sekali siklus

sehingga diperlukan langkah yang berulang. Metode distilasi merupakan metode yang memanfaatkan uap dari pelarut. Sedangkan sokhletasi adalah metode ekstraksi dengan pelarut yang dipanaskan dengan menggunakan alat khusus sokhlet. Metode sokhletasi ini merupakan metode yang efektif digunakan untuk mengekstrak senyawa pada bahan alam. Ekstraksi senyawa aktif dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut-pelarut nonpolar seperti n-heksana (Setiawan & Retnoningrum, 2019; Setiawan *dkk.*, 2020), aseton (Okon *dkk.*, 2015), eter (Nisha *dkk.*, 2013) maupun pelarut-pelarut polar seperti metanol dan kloroform (Nisha *dkk.*, 2013), etanol (Setiawan & Retnoningrum, 2019; Setiawan *dkk.*, 2020) dan air (Omogbai & Ahonsi, 2013).

Spesies jeruk dan pelarut-pelarut yang digunakan untuk ekstraksi akan mempengaruhi warna ekstrak dan senyawa aktif yang diperoleh. Seperti terlihat pada Gambar 2, warna ekstrak etanol dan n-heksana *Citrus reticulata* lebih pekat dibandingkan ekstrak etanol dan n-heksana *Citrus sinensis*. Hal ini menandakan bahwa senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak etanol *Citrus reticulata* lebih banyak dibandingkan dengan ekstrak etanol *Citrus sinensis*. Selain itu, ekstrak etanol lebih pekat dibandingkan dengan ekstrak n-heksana, yang menandakan senyawa aktif pada ekstrak etanol lebih banyak dibandingkan dengan ekstrak n-heksana.

Etanol merupakan pelarut polar, sehingga senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak etanol juga merupakan senyawa polar. Menurut Zhang *dkk.* (2018), ekstrak etanol mengandung flavonoid, dan fenol. Hasil ini diperkuat oleh Okwu & Emenike (2006) yang menyatakan bahwa ekstrak etanol mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, fenol dan saponin. Senyawa-senyawa

tersebut merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai antibakteri, antioksidan, antijamur dan antinyamuk. Selaras dengan etanol, n-heksana merupakan senyawa nonpolar yang akan mengikat senyawa nonpolar dari bahan. Menurut Olabanji *dkk.* (2016), ekstrak n-heksana mengandung asam-asam lemak seperti asam palmitat, asam stearat, asam arakhidat, asam trikosilat, asam palmitoleat, asam oleat, asam henikosilat dan asam linoleat.



Gambar 4.2 Hasil ekstrak: F1E, *Citrus sinensis* ekstrak etanol; F1H, *Citrus sinensis* ekstrak n-heksana; F2E, *Citrus reticulata* ekstrak etanol; F2H, *Citrus reticulata* ekstrak n-heksana. (dokumen pribadi)

C. Bioaktivitas Limbah Buah Jeruk

Limbah buah jeruk yang melimpah memberikan potensi yang sangat besar untuk dijadikan sebagai obat herbal karena memiliki aktivitas sebagai antibakteri, antivirus, antioksidan, dan antijamur. Berbagai penelitian telah dilaporkan terkait bioaktivitas kulit dan biji jeruk. Hasil-hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Dengan adanya hasil-hasil penelitian tersebut, mengindikasikan bahwa limbah buah jeruk; kulit dan biji berpotensi sebagai obat berbagai penyakit.

Tabel 4.1 Hasil penelitian bioaktivitas kulit dan biji jeruk

Spesies	Bagian Jeruk	Ekstrak	Bio aktivitas	Mikroorganisme yang dihambat	Referensi
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	n-heksana	Anti bakteri	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogens</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Geraci dkk. (2016)
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	metanol	Anti bakteri	<i>Klebsiella pneumoniae</i> dan <i>Bacillus cereus</i>	Madhuri dkk. (2014)
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	metanol	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella paratyphi A</i> , <i>Salmonella paratyphi B</i> , <i>Shigella flexneri</i> dan <i>Vibrio cholerae</i>	Nisha dkk. (2013)
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	etanol	antibakteri		
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	aseton	Anti bakteri		
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	kloroform	Anti bakteri		
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	Eter	Anti bakteri		
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	aseton	Anti bakteri	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>Salmonella</i> sp dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Okon dkk. (2015)
<i>C. reticulata</i>	kulit jeruk	aseton	Anti bakteri		
<i>C. limonum</i>	kulit jeruk	aseton	Anti bakteri		
<i>C. aurantifolia</i>	kulit jeruk	etanol	Anti bakteri	<i>Streptococcus mutans</i>	Adindap utri dkk. (2013)

Spesies	Bagian Jeruk	Ekstrak	Bio aktivitas	Mikroorganisme yang dihambat	Referensi
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	serbuk	Anti bakteri	<i>Staphylococcus aureus, Salmonella and Clostridium sulfite reducers.</i>	Yerou dkk. (2017)
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	serbuk	Anti oksidan		
<i>C. sinensis</i>	kulit jeruk	metanol	Anti jamur	<i>Colloetotrichum capsici</i>	Madhuri dkk. (2014)
<i>C. aurantium</i>	kulit jeruk	metanol	Anti jamur	<i>Colloetotrichum capsici</i>	Madhuri dkk. (2014)
<i>C. sinensis</i>	biji jeruk	n-heksana	Anti oksidan		Jorge dkk. (2015).
<i>C. sinensis</i>	biji jeruk	n-heksana	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	Setiawan, & Retnonin grum (2019)
<i>C. sinensis</i>	biji jeruk	etanol	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	
<i>C. reticulata</i>	biji jeruk	n-heksana	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	Setiawan dkk. (2020)
<i>C. reticulata</i>	biji jeruk	etanol	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	
<i>C. reticulata</i>	biji jeruk	etanol	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	Omogbai & Ahonsi (2013)
<i>C. reticulata</i>	biji jeruk	air panas	Anti bakteri	<i>Escherichia coli</i>	
<i>C. bergamia</i>	biji jeruk	metanol	Anti virus	<i>human T-cell leukaemia/lymphoma virus type 1 (HTLV-1) dan HIV-1</i>	Balestrie ri dkk. (2011)

Referensi

- Adindaputri, Z. U., Puwati, N., & Wahyudi, I. A. (2013). Pengaruh Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Konsentrasi 10% Terhadap Aktivitas Enzim Glukosiltransferase *Streptococcus mutans*. *Maj Ked Gi*. 20(2), 126-131.
- Balestrieri, E., Pizzimenti, F., Ferlazzo, A., Giofrè, S. V., Iannazzo, D., Piperno, A., ... Macchi, B. (2011). Antiviral activity of seed extract from *Citrus bergamia* towards human retroviruses. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 19(6), 2084-2089. doi: 10.1016/j.bmc.2011.01.024
- Fitriana, Y. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Analisis Kadar Vitamin C pada Buah Jeruk Menggunakan Metode Titrasi Iodometri, *SAINTEKS*, 17(1), 27-32.
- Geraci, A., Stefano, V.D., Martino, E D., Schillaci, D., & Schicchi. R. (2016). Essential Oil Components of Orange Peels and Antimicrobial Activity. *Natural Product research*.
- Jorge, N., Silva, A.C.D., & Aranha, C.P.M. (2016). Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. *An Acad Bras Cienc*. 88(2), 951-958.
- Martasari, C. (2017). *Pengenalan dan Identifikasi Spesies Jeruk*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Diakses dari <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/pengenalan-dan-identifikasi-spesies-jeruk/> pada tanggal 2 November 2021
- Nisha, S. N., Swedha, A. A., & Rahaman, J. S. N. (2013). Antibacterial Activity of *Citrus sinensis* Peel Against Enteric Pathogens. *International Journal of Pharmaceutical Research and Bio-Science*. 2(5), 1-13.

- Okon, Godwin, O., Andrew, Abraham, N., Udosen, Joseph, I., Atoyebi, Babtunde, Asuquo, Nsini, Ezeh, & Amarachukwu, P. (2015). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activities of Some *Citrus Spp.* Peel Extracts. *International Journal of Research and Review*. 2(4), 144-147.
- Okwu, D. E., & Emenike, I. N. (2006). Evaluation of the phytonutrient and vitamins content of citrus fruits. *Int J Mol Med Adv Sci*, 2, 1-6
- Olabanji, I. O., Ajayi, S. O., Akinkunmi, E. O., Kilanko, O., Adefemi, G. O. (2016). Physicochemical and in vitro antimicrobial activity of the oils and soap of the seed and peel of *Citrus sinensis*. *Afr J Microbiol Res*, 10, 245-253. doi: 10.5897/AJMR2015.7797
- Ollitrault, P., & Navarro, L., (2012). *Fruit Breeding*, Chapter 16: Citrus, Handbook of Plant Breeding 8, Springer Science+Business Media, doi: 10.1007/978-1-4419-0763-9_16
- Omogbai, B. A., & Ahonsi, G. M. (2013) Susceptibility of foodborne pathogens and spoilage microorganisms to seed extracts of *Citrullus vulgaris* and *Citrus reticulata*. *J Bio-Sci*, 21, 61-68. doi: 10.3329/jbs.v21i0.22520
- Pracaya. (2003). *Jeruk Manis Varietas, Budidaya, dan Pascapanen*. Penebar Swadaya.
- Setiawan, M. A., & Retnoningrum, M. D. (2019). Aktivitas antibakteri biji jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Bioeksperimen*. 5(1), 34-38. doi: 10.23917/bioeksperimen.v5i1.2795
- Setiawan, M. A., Retnoningrum, M. D., Yahya, F., Andika, R. R., & Sudarni, D. H. A. (2020). Aktivitas antibakteri biji jeruk siam (*Citrus reticulata*) pada bakteri *Escherichia coli*. *J Bioteknologi Biosains Indones*. 7(2), 289-295.

Wikipedia. (2021). *Jeruk*. Diakses dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Jeruk> pada tanggal 2 November 2021

Zhang, H., Yang, Y., Zhou, Z. (2018). Phenolic and flavonoid contents of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit tissues and their antioxidant capacity as evaluated by DPPH and ABTS methods. *J Integr Agric*, 17, 256-263. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61664-2



Bagian 5

Green Adsorben (Biosorpsi) Sebagai Solusi Penanganan Pencemaran Air Limbah Pewarnaan dan Limbah Logam Berat

Sri Wahyuningsih

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas PGRI Madiun

Abstrak

Perairan yang merupakan sumber aktivitas masyarakat di Indonesia saat ini memiliki kandungan logam berat dan limbah hasil pewarnaan yang tinggi. Pemakaian adsorben komersial terkadang meninggalkan residu di dalam sistem perairan yang menjadi pengganggu proses remediasi air dan menimbulkan masalah baru. Untuk itulah diteliti berbagai alternatif adsorben berbasis bahan alam dan biomassa yang bersifat biodegradabel dan dikenal dengan biosorben atau Green Adsorben. Dari beberapa hasil penelitian diperoleh data bahwa beberapa biosorben atau Green adsorben memiliki kapasitas adsorpsi yang jauh lebih baik dari pada Adsorben komersial. Sehingga penggunaannya sangat efektif hingga skala industri.

Kata Kunci : *biosorben, green adsorben, kapasitas adsorpsi, logam berat*

A. Pendahuluan

Salah satu permasalahan lingkungan yang sangat serius saat ini adalah keberadaan bahan berbahaya dan polutan beracun dalam air limbah industri yang masuk ke dalam sistem perairan. Penyebab utama permasalahan ini adalah keberadaan berbagai jenis pencemar seperti (i) zat warna; (ii) logam berat; (iii) fenol; (iv) pestisida dan (v) obat-obatan yang secara simultan memasuki rangkaian sistem perairan dan sangat berdampak buruk bagi kesehatan, keseimbangan ekosistem dan populasi.

B. Limbah Pewarnaan

Inovasi industri pewarnaan membawa perubahan ditinjau dari beberapa aspek utamanya aspek ekonomi industri. Penerapan teknologi pewarnaan terbaru menghasilkan karakter pewarna yang lebih menguntungkan dari segi ekonomis yakni biaya produksi yang lebih murah, warna yang dihasilkan lebih cerah dan bervariasi, dan lebih mudah diaplikasikan pada kain (Kyzas, 2014). Dengan berbagai karakteristiknya yang menguntungkan maka pewarna baru sintetik semakin dominan diaplikasikan dan pewarna alami mulai ditinggalkan. Industri tekstil, penyamaan dan pewarnaan kulit, kosmetik, kertas, percetakan, dan plastik merupakan industrial yang dominan menggunakan teknologi pewarna sintetik dalam proses produksinya. Setidaknya saat ini telah tersedia 100.000 pewarna sintesis dan diproduksi sebanyak 700.000 ton per tahun. Akan tetapi bahan dasar kimia yang digunakan dalam industri pewarna terkini sering beracun, karsinogenik, atau bahkan

eksploris. Zat warna yang dipakai dalam industri tekstil diklasifikasikan (a) anion (pada pewarna instan, asam, dan pewarna reaktif), (b) kationik (pada seluruh zat warna dasar) dan (c) non-ionic (pada pewarna disperse) Permasalahan dalam industri pewarnaan ini, setidaknya 2% sisa pewarna masih terlarut dalam limbah yang terbuang dan mencemari lingkungan. Bahkan dalam kajian yang lain menyebutkan bahwa terjadi loss mencapai 50% selama proses pewarnaan menggunakan pewarna reaktif, yang artinya 50% sisa pewarna terlarut dalam limbah.

C. Limbah Logam Berat

Logam berat diklasifikasikan menjadi Logam berat esensial dan Logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan unsur-unsur yang memiliki densitas spesifik $>5 \text{ g/cm}^3$ diantaranya besi (Fe), vanadium (V), kobalt (Co), tembaga (Cu), mangan (Mn), seng (Zn), strontium (Sr), dan molibdenum (Mo) yang penting untuk organisme hidup pada konsentrasi ambang. Namun, jika ambang batas terlampaui, beberapa kerusakan dapat diamati pada sistem kehidupan. Sedangkan logam berat non esensial diantaranya arsenik (As), kadmium (Cd), nikel (Ni), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan antimon (Sb) (Kahn, 2015) . Badan Internasional untuk Penelitian Kanker mengkategorikan logam-logam ini sebagai unsur karsinogenik bahkan sangat beracun meskipun dalam konsentrasi ambang. Dengan demikian, tidak hanya konsentrasi di urutan g/L atau mg/L dapat menyebabkan efek toksik, tetapi juga beberapa mg/L atau ng/L dapat menyebabkan efek buruk pada ekosistem dan kesehatan manusia (Singh, 2011). Selain konsentrasi logam berat, toksisitas

ditentukan oleh spesiasi kimia, rute eksposisi, dan karakteristik organisme yang terpapar seperti genetik, usia, jenis kelamin dan status gizi.

Keberadaan logam berat di lingkungan manusia selain berasal dari proses alami (misalnya erosi tanah, pelapukan kerak bumi, dan letusan gunung berapi) dapat juga dikarenakan sumber antropogenik seperti pertambangan dan pemanfaatan mineral, limbah industri yang berasal dari semen, makanan, tekstil, kertas, aktivitas elektronik, atau dari formulasi kimia yang digunakan untuk pengendalian wabah, dll. Mengingat bahwa logam berat bersifat tak terdegradasi dalam kondisi lingkungan, akumulasinya di kompartemen lingkungan (misalnya udara, tanah dan air) dalam jangka panjang menyebabkan migrasi mereka dalam makanan dan air yang dimaksudkan untuk konsumsi manusia dan organisme lainnya (Escudero, 2018)

D. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses dimana molekul cairan menyentuh dan menempel ke permukaan padatan. Berbagai zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi (Pratiwi and Prinajati, 2018). Pengolahan limbah zat warna dan logam berat dapat juga dilakukan dengan berbagai metode yaitu filtrasi, presipitasi kimia, ion exchange, adsorpsi dan sistem membran (Darjito et al. 2014). Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah pengolahannya relatif sederhana, dan efisiensinya relatif tinggi, efektif serta tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (Hossain et al. 2012). Dan yang lebih utama adsorpsi mampu mereduksi biaya produksi penanganan limbah. Sehingga teknik adsorpsi menjadi teknik

penanganan limbah yang populer dalam beberapa tahun terakhir terkait efisiensinya dalam menghilangkan polutan yang terlalu stabil untuk diselesaikan metode biologis.

E. Green Adsorben

Beberapa teknologi pengolahan telah dilaporkan untuk remediasi logam berat dan sisa pewarna dari air limbah. Proses penanganan limbah konvensional melibatkan proses dengan biaya yang mahal dan menghasilkan produk samping unbiodegradable untuk upaya remediasi tersebut. Sehingga harus diupayakan proses alternatif yang sejalan dengan prinsip “Green Kimia” atau “Kimia Berkelanjutan”. Beberapa kriteria “Green Kimia” diringkas sebagai berikut: (a) mengurangi konsumsi reagen kimia beracun seperti pelarut organik konvensional; (b) menggunakan reagen lain yang lebih aman; (c) menghindari timbulnya limbah yang tidak dapat didaur ulang; (d) menggunakan kembali reagen; (e) mengurangi konsumsi energi; (f) memilih teknik analisis yang ramah lingkungan untuk deteksi analit; (g) penggunaan otomatisasi dan pengembangan dalam skala mikro.

Salah satu alternatif teknik proses yang ramah lingkungan adalah Biosorpsi atau Green Adsorpsi. Teknologi penggunaan biosorben dalam pengolahan air memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan adsorben kimia konvensional. Hal ini dikarenakan Bioadsorben atau Green Adsorben memiliki kelebihan diantaranya: (a) bersifat ramah lingkungan dan bersahabat dengan alam karena kemampuannya yang biodegradable di bawah kondisi lingkungan (b), keberadaannya melimpah di alam, (c) prosedur

pengumpulan dan persiapannya sederhana sehingga hanya memerlukan biaya yang rendah namun memiliki potensi adsorpsi yang luar biasa. Beberapa material yang memenuhi karakteristik tersebut dan dapat dipilih sebagai Green Adsorben adalah material murah yang berasal dari: (a) sumber dan hasil pertanian (buah, sayur, dan biji-bijian); (b) sisa/ sampah produk pertanian; (c) Karbon teraktivasi hasil pirolisis produk pertanian.

F. Green Adsorben untuk Limbah Metilen Biru

Metilen Biru merupakan zat pewarna yang paling umum digunakan dalam pewarnaan Sutra dan Wool, namun jika terpapar akan menimbulkan rasa pedih dan luka permanen pada penglihatan manusia dan hewan, jika terhirup menyebabkan mual, muntah, sesak nafas dan methemoglobinemia. Sehingga diperlukan penanganan khusus pada limbah cair yang mengandung Metilen Blue ini. Chatterjee, dkk menggunakan *Parthenium hysterophorus* sebagai Green Adsorben pada pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh zat warna metilen Biru dengan cara karbonisasi menggunakan asam fosfat-ortho sebagai pengaktif

Kapasitas Adsorpsi yang dihasilkan adalah 98,06mg/g. Nilai ini sangat bersaing dengan adsorben komersial Rectorit dengan kapasitas 89,4 mg/g terhadap metilen blue. Sehingga tanaman ini mampu menggantikan pemakaian adsorben komersial sebagai adsorben yang ramah lingkungan.

G. Green Adsorben Untuk Logam berat

Cochrane, dkk, menyelidiki penggunaan tiga biosorben (karapas kepiting, makroalga *Fucus vesiculosus*, gambut) untuk menghilangkan tembaga dari

media berair. Hasilnya adalah langsung dibandingkan dengan dua bahan komersial (karbon aktif dan resin penukar ion). Isoterm Langmuir dan Freundlich digunakan untuk menggambarkan data kesetimbangan adsorpsi. NS Nilai Q_m adalah 79,4, 114,9 dan 71,4 mg/g untuk karapas kepiting, *F. vesiculosus* dan pertukaran ion. resin, masing-masing. Sebuah studi baru-baru ini Abdel Salam, dkk menunjukkan perilaku adsorpsi beberapa adsorben berbiaya rendah seperti arang sekam kacang, fly ash, dan zeolit alam, sehubungan dengan tembaga dan ion seng, untuk mempertimbangkan penerapannya pada pemurnian air limbah finishing logam.

Parameter adsorpsi ditentukan menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich, tetapi data eksperimen lebih cocok dengan persamaan Langmuir daripada persamaan Freundlich. Hasil menunjukkan bahwa arang sekam kacang tanah, fly ash dan zeolit alam semuanya berpotensi untuk menghilangkan kation spesies logam berat dari air limbah industri dengan urutan sebagai berikut: fly ash (0,18 mg/g) < kacang arang sekam (0,36 mg/g) < zeolit alam (1,18 mg/g). Namun, nilai Q_m sangat rendah dan tidak bisa menarik, tidak hanya untuk eksperimen batch tetapi juga untuk keperluan industri. Penghapusan Cr(VI) dari larutan berair dengan teknik adsorpsi batch menggunakan adsorben berbiaya rendah diselidiki oleh Bhattacharya et al. [80]. Dia menggunakan beberapa penyerap berbiaya rendah seperti lumpur yang diklarifikasi (bahan limbah industri baja), abu sekam padi, alumina aktif, fuller's tanah, abu terbang, serbuk gergaji dan kulit mimba untuk menentukan efisiensi adsorpsi Cr(VI).

Langmuir model sangat cocok dengan data kesetimbangan ($R^2 \sim 0,999$), tetapi menunjukkan kapasitas adsorpsi yang rendah (19–31 mg/g) sebagai: lumpur jernih (26,31 mg/g), abu sekam padi (25,64 mg/g), alumina aktif (25,57 mg/g), fuller's earth (23,58 mg/g), fly ash (23,86 mg/g), serbuk gergaji (20,70 mg/g) dan kulit nimba (19,60 mg/g). Sebuah bahan penyerap aneh (jerami) digunakan oleh Kumar dan rekan kerja [81] untuk menghilangkan logam berat dari sistem air. Sedotan awalnya dimodifikasi menjadi jerami yang diberi perlakuan alkali (ATS) dan xanthate jerami tidak larut (BEI), yang sedikit meningkatkan biaya adsorben. Q_m untuk penghapusan Cr(III) sangat rendah (masing-masing 1,88 dan 3,91 mg/g untuk ATS dan BEI).

Aziz dan rekan kerja [82] menyelidiki adsorpsi kadmium dari batu zaitun yang diolah (TOS) dan setelah pemodelan Langmuir, Q_m yang dihitung adalah 49,3 mg/g. Logam berat seperti Cr(III), Cu(II) dan Zn(II) dapat dihilangkan dari air limbah menggunakan Residu wortel yang diolah dengan HCl. Perlakuan asam dilakukan untuk menghilangkan tanin, resin, gula dan bahan pewarna. Menurut Nasernejad dan rekan kerja [83], adsorpsi ion logam ke residu wortel dimungkinkan karena adanya gugus karboksilat dan fenolik yang memiliki sifat pertukaran kation. Lebih banyak logam teradsorpsi pada nilai pH larutan yang lebih tinggi (pH 4 untuk Cr(III) dan pH 5 untuk Cu(II) dan Zn(II)). Kapasitas adsorpsi maksimum adalah 45,09, 32,74 dan 29,61 mg/g untuk Cr(III), Cu(II) dan Zn(II), masing-masing.

Referensi

- A. Khan, S. Khan, M.A. Khan, Z. Qamar, M. Waqas, The Uptake And Bioaccumulation Of Heavy Metals By Food Plants, Their Effects On Plants Nutrients, And Associated Health Risk: a review, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22 (2015) 13772e13799
- Aziz, A.; Ouali, M.S.; Elandaloussi, E.H.; De Menorval, L.C.; Lindheimer, M. Chemically modified olive stone: A low-cost sorbent for heavy metals and basic dyes removal from aqueous solutions. *J. Hazard. Mater.* 2009, 163, 441–447.
- Bhattacharya, A.K.; Naiya, T.K.; Mandal, S.N.; Das, S.K. Adsorption, kinetics and equilibrium studies on removal of Cr(VI) from aqueous solutions using different low-cost adsorbents. *Chem. Eng. J.* **2008**, 137, 529–541
- Cochrane, E.L.; Lu, S.; Gibb, S.W.; Villaescusa, I. A comparison of low-cost biosorbents and commercial sorbents for the removal of copper from aqueous media. *J. Hazard. Mater.* **2006**, 137, 198–206.
- J. Singh, A.S. Kalamdhad, Effects of heavy metals on soil, plants, human health and aquatic life, *International journal of Research in Chemistry and Environment* 1 (2011) 15e21
- Kumar, A.; Rao, N.N.; Kaul, S.N. Alkali-treated straw and insoluble straw xanthate as low cost adsorbents for heavy metal removal—Preparation, characterization and application. *Bioresour. Technol.* 2000, 71, 133–142.
- Kyzas, George.Z, Green Adsorbents for Wastewaters: A Critical Review, *Materials* 2014, 7, 333-364; doi:10.3390/ma7010333

- L.B. Escudero, P.Y. Quintas, R.G. Wuilloud, G.L. Dotto, Biosorption of metals and metalloids, in: G. Crini, E. Lichtfouse (Eds.), Green Adsorbents for Pollutant Removal: Innovative Materials, Springer International Publishing, Cham, 2018, pp. 35e86
- Pearce, C.I.; Lloyd, J.R.; Guthrie, J.T. The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: A review. *Dye. Pigment.* **2003**, *58*, 179–196.
- Purwaningsih, L., Rachmaniyah, dan P. Hermiyanti. 2019. *Penurunan Kadar Besi (Ii) Pada Air Bersih Menggunakan Ampas Daun Teh Diaktivasi*. Jurnal GEMA Lingkungan Kesehatan. 17(2): 92 – 99
- Sharma, P.; Kaur, H.; Sharma, M.; Sahore, V. A review on applicability of naturally available adsorbents for the removal of hazardous dyes from aqueous waste. *Environ. Monit. Assess.* **2011**, *183*, 151–195



Bagian 6

Pupuk Organik Cair dari Limbah Tahu

Nasrul Rofiah Hidayati¹⁾, Sri Wahyuningsih²⁾, Bakti Kiswardianta³⁾

1,2) Program Studi Teknik Kimia Universitas PGRI Madiun

3) Program Studi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Madiun

Abstrak

Industri tahu membutuhkan air yang banyak dalam prosesnya mulai dari pencucian, perendaman, perebusan sampai tahap pencetakan tahu. Penggunaan air yang banyak ini akan menghasilkan limbah cair tahu yang besar. Limbah cair tahu yang mengandung polutan organik tinggi menimbulkan polusi apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Salah satu solusi dalam mengolah limbah cair tahu adalah dengan mengolahnya menjadi pupuk organik cair (POC) yang dapat menyuburkan tanaman. Produk POC dari limbah cair tahu ini bisa diaplikasikan pada kebun sayuran sebagai pengganti pupuk kimia yang akan menyuburkan tanaman. POC juga sangat mudah dibuat secara mandiri di rumah.

Manfaat membuat POC dari limbah cair tahu sebagai solusi mengatasi limbah cair tahu, mengurangi penggunaan pupuk kimia, dan juga mendukung produksi sayuran organik bebas pestisida

Kata kunci: Limbah cair tahu,, biofertilizer, sayuran organik

A. Limbah Cair Industri tahu

Industri tahu menghasilkan limbah padat dan limbah cair dalam proses pembuatannya. Limbah cair tahu dihasilkan dalam jumlah besar dari proses pencucian, perendaman, perebusan kedelai dan juga dari pencetakan tahu yang berpotensi besar mencemari lingkungan dengan menimbulkan bau yang tidak sedap jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Bau yang tidak sedap ini disebabkan oleh kandungan senyawa-senyawa organik yang cukup tinggi pada limbah cair tahu seperti protein, karbohidrat dan lemak. Jumlah protein yang terkandung pada limbah cair tahu mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10% (Sugiharto, 1994).

Senyawa-senyawa organik yang terlarut dalam jumlah besar pada limbah cair tahu tersebut menyebabkan kandungan BOD, COD, dan TSS limbah menjadi meningkat (Husin, 2003). Senyawa organik pada limbah cair tahu dapat terurai secara sempurna dengan proses biologi secara aerob maupun anaerob. Proses oksidasi secara aerob dapat mendegradasi senyawa organik menjadi senyawa yang lebih stabil. Dekomposisi senyawa organik tersebut melalui 2 tahap proses yaitu bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Bahan anorganik yang tidak stabil melalui oksidasi menjadi stabil, contohnya ammonia menjadi nitrit dan nitrat (Effendi, 2003). Limbah cair tahu menimbulkan gangguan terhadap kehidupan biotik dan menurunkan kualitas air perairan karena kandungan bahan organik yang tinggi.

B. Karakteristik limbah cair tahu

Parameter yang digunakan untuk menentukan karakteristik limbah cair tahu adalah parameter secara fisika dan kimia (Kaswinarni, 2007) sebagai berikut:

- 1) Parameter fisika: suhu, kekeruhan, zat padat terlarut, bau, dll
- 2) Parameter kimia: BOD, COD, TOC, Oksigen, DO, lemak, nitrogen total, dan lain sebagainya (kimia organik). dan juga pH, Pb, Ca, Fe, Cu, Na, Sulfur, dan lain sebagainya (kimia an organik)

Berikut adalah penjelasan beberapa karakteristik dari limbah tahu yang berbentuk cair:

1. Padatan Tersuspensi

Merupakan senyawa melayang-layang yang tidak larut pada limbah yang berkaitan dengan tingkat kekeruhan air limbah cair tahu. Kekeruhan dikarenakan oleh organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut di dalam air limbah, kandungan padatan tersuspensi yang tinggi, menyebabkan air semakin keruh (Effendi, 2003).

2. Derajat Keasaman (pH)

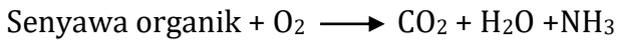
Air limbah tahu mempunyai pH asam yang menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut. Limbah cair tahu pada kondisi asam senyawa-senyawa yang mudah menguap terlepas ke udara dan mengakibatkan limbah cair tahu berbau tidak sedap. Baku mutu yang ditetapkan untuk pH air limbah adalah sebesar 6-9 sehingga perlu pengolahan air limbah serbelum dibuang untuk memperoleh pH sesuai baku mutu yang ditetapkan salah satunya dengan cara melakukan penambahan larutan

penyangga untuk mencapai pH yang optimal (BPPT, 1997).

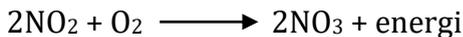
3. Nitrogen Total (N-Total)

Merupakan campuran dari senyawa-senyawa kompleks seperti asam-asam amino, dan protein. Kandungan bahan organik dalam limbah cair tahu diuraikan oleh mikroorganisme menghasilkan karbondioksida, air dan ammonium. Ammonium untuk selanjutnya diubah jadi nitrat melalui reaksi nitrifikasi. Ammonia harus dihilangkan dari air limbah karena akan meracuni biota akuatik (Herlambang, 2005)

Reaksi penguraian secara organik:



Reaksi Nitrifikasi:



4. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD merupakan banyaknya oksigen yang digunakan mikroorganisme di dalam limbah cair untuk melakukan aktivitas menguraikan senyawa organik secara biologis. Semakin tinggi kandungan senyawa organik pada limbah maka nilai BOD juga akan semakin tinggi.

5. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD menunjukkan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh oksidator untuk mengoksidasi material baik organik maupun anorganik yang terdapat pada air.

C. Pengolahan limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair (POC)

Pupuk organik cair (POC) dari limbah cair tahu dibuat karena kandungan unsur hara yang tinggi dalam limbah cair tahu yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman, mengurangi penggunaan pupuk kimia, dapat diaplikasikan pada pertanian maupun perkebunan sayuran organik di pekarangan rumah, sekaligus sebagai salah satu cara mengatasi limbah cair tahu agar tidak mencemari lingkungan.

Pupuk organik dari limbah cair tahu dibuat melalui beberapa tahapan yaitu penyaringan limbah cair tahu, pencampuran bahan baku limbah cair tahu dengan empon-empon dalam pembuatan POC kali ini saya menggunakan ekstrak daun sereh, fermentasi, pengenceran dan pengaplikasian POC pada tanaman. Secara garis besar langkah-langkah pembuatan POC adalah sebagai berikut:

1. Alat:

- 1) Ember 30 liter.
- 2) Jerigen 10 Liter.
- 3) Pengaduk.
- 4) Panci.
- 5) Pisau.
- 6) Telenan.
- 7) Saringan.

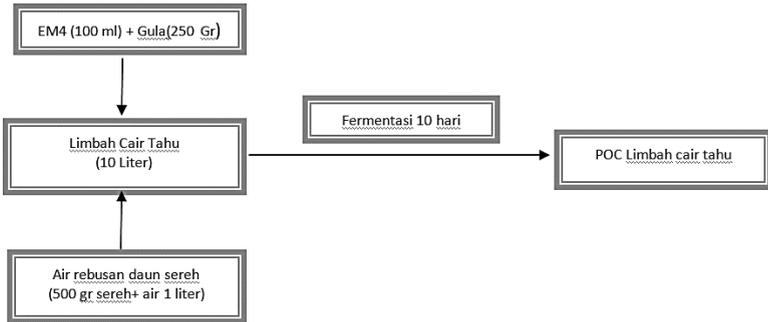
2. Bahan :

- 1) Limbah cair tahu 10 Liter,
- 2) EM4 100 ml,
- 3) Gula 250 gram,
- 4) Sereh 500 Gram

3. Cara Pembuatan :

- 1) Menyaring limbah cair tahu
- 2) Memasukkan limbah cair tahu ke dalam ember
- 3) Memotong serai dengan panjang kurang lebih 5 cm dan kemudian direbus dengan 1 Liter air
- 4) Menyaring air rebusan serih
- 5) Mencampurkan air rebusan serih yang telah disaring dengan air limbah tahu aduk hingga merata (larutan A)
- 6) Mencairkan gula dengan 500 ml air
- 7) Mencampurkan larutan gula dengan EM4 dan diamkan selama 30 menit (Larutan B)
- 8) Mencampurkan Larutan A dengan Larutan B (larutan C)
- 9) Menutup ember yang berisi larutan C secara rapat kemudian biarkan selama 2 hari tanpa membuka tutup ember.
- 10) Pada hari ke-3 tutup dibuka sebentar selama 2-5 menit dengan melakukan pengadukan, kemudian tutup rapat lagi.
- 11) Ulangi point j pada hari ke 5,7 dan 9
- 12) Pada hari 10 pupuk organik cair (POC) dari limbah cair tahu sudah jadi dan siap untuk digunakan.

Secara garis besar pembuatan POC dapat dilihat dari gambar 1 berikut :



Gambar 6.1 Proses pembuatan POC limbah cair tahu

D. Penggunaan POC pada tanaman

Pupuk organik cair dari limbah cair tahu dapat diaplikasikan pada tanaman sayuran di pekarangan rumah seperti terong, sawi dan juga lombok. POC dapat menyuburkan tanaman sekaligus mendukung pertanian organik. Berikut adalah beberapa dokumentasi pembuatan dan penggunaan POC pada perkebunan sayuran organik.



Gambar 6.2 Bahan-bahan POC



Gambar 6.3 Pembuatan POC



Gambar 6.4 Aplikasi POC



Gambar 6.5 sayuran yang diberi POC

Pupuk organik cair (POC) dari limbah cair tahu diharapkan bisa menjadi salah satu solusi untuk mengatasi limbah industri tahu yang bisa dibuat dan diaplikasikan oleh industri tahu dan masyarakat di sekitar industri tahu untuk pertanian organik

Referensi

- BPPT, 1997. Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. <http://www.enviro.bppt.go.id/-Kel-1/>
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta
- Herlambang, A. 2005. Penghilangan Bau Secara Biologi dengan Biofilter Sintetik. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.

- Husin, A. 2003. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Biji Kalor (*Moringa Olcifera* Seeds) Sebagai Koagulan. Laporan Penelitian Dosen Muda, Fakultas Teknik USU
- Sugiharto. 1994. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Universitas Indonesia (UI) Press, Jakarta



Nasrul Rofiah Hidayati, ST., MPd. Lahir di kota Magetan pada tanggal 6 Oktober 1982. Lulus Pendidikan dari SMAN 1 Magetan tahun 2001, penulis melanjutkan studi pada D-3 Teknik kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta. Gelar Sarjana Teknik diperoleh dari Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional Veteran

Jawa Timur lulus tahun 2006. Pendidikan Strata 2 ditempuh pada Program Studi Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret Surakarta Lulus tahun 2009 Penulis saat ini menjadi dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun



Ade Trisnawati, S.Pd., M.Pd.

Lulus S1 di Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang (FMIPA UM) tahun 2013, lulus S2 di Program Magister Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang tahun 2016. Saat ini adalah Dosen Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun. Mengampu mata kuliah Kimia Dasar, Kimia Analitik dan Matematika I. Melalui tulisan dalam *Book Chapter* ini penulis mencoba untuk berbagi pengalaman dalam hal pemanfaatan limbah kotoran sapi sebagai biogas dan semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat.



Dyan Hatining Ayu Sudarni, S.ST., M.T. biasa dipanggil dengan nama Dyan lahir di Ponorogo pada tanggal 17 April 1989. Memulai Pendidikan di universitas tingkat diploma dengan jurusan D3 – Teknik Permesinan Kapal dan lanjut D- Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Kemudian meneruskan program magister di jurusan S2 – Teknik Kimia dengan konsentrasi

keselamatan proses industri atau teknologi proses di Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya. Penulis berada di laboratorium penelitian bidang Perancangan dan Pengendalian Proses yang sesuai dengan bidang keahlian.



Mohammad Arfi Setiawan lahir di Trenggalek, Jawa Timur pada tanggal 23 April 1991. Putra pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak Bustari dan Ibu Karsini. Menempuh pendidikan SMA yang diselesaikan di SMAN 1 Trenggalek, lulus pada tahun 2009. Gelar S.Si diperoleh pada tahun 2013 di Perguruan Tinggi

Negeri Universitas Negeri Malang mengambil jurusan Kimia, Program Studi S1 Kimia. Sedangkan gelar M.Pd diperoleh pada tahun 2016 di Universitas Negeri Malang, program studi Pendidikan Kimia. Kimia organik bahan alam merupakan bidang keahlian dan konsentrasi. Publikasi yang telah dilakukan pada 2 tahun terakhir membahas tentang antibakteri biji jeruk pada jurnal nasional terakreditasi sinta 2.



Sri Wahyuningsih, S.Si., M.Si

Lulus S1 di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang (FMIPA UM) tahun 2006, lulus S2 di Program Magister Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2009. Saat ini adalah

Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun. Mengampu mata kuliah Kimia Organik Melalui tulisan dalam *Book Chapter* ini penulis mencoba untuk merangkum beberapa hasil penelitian dari beberapa peneliti mengenai alternatif Adsorben berbasis bahan alam organik dan biomassa untuk mengatasi permasalahan lingkungan dan dapat digunakan dalam skala industri.



TEKNOLOGI PEMANFAATAN **LIMBAH**

Keberadaan limbah sebagai hasil samping yang tidak terpakai dan tidak diinginkan lagi akan berdampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Beberapa dampak buruk oleh limbah adalah menyebabkan gangguan terhadap kesehatan, kehidupan biotik, kerusakan benda dan juga gangguan terhadap keindahan.

Pengelolaan limbah dilakukan dengan tujuan agar limbah tidak menimbulkan permasalahan di lingkungan, salah satunya dengan mendaur ulang limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Pengolahan limbah merupakan salah satu cara dalam pengelolaan limbah yang dapat dilakukan dengan menerapkan prinsip 5 R yaitu *Reduce* (Mengurangi), *Reuse* (Menggunakan Kembali), *Recycle* (Mendaur Ulang), *Replace* (Mengganti), dan *Respect* (Menghargai).

Buku ini ditulis sebagai upaya dalam pengelolaan limbah dengan cara mengolah dan memanfaatkan limbah biomassa menjadi sesuatu yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi dan tidak memberikan dampak buruk ke lingkungan . Limbah yang terkelola dengan baik akan menjadikan lingkungan bersih dan sehat . Lingkungan yang bersih dan sehat merupakan tanggungjawab kita bersama.



☎ 082336759777

✉ aemediagrafika@gmail.com

🌐 www.aemediagrafika.com

ISBN 978-623-5516-08-0



Rp. 57.000,-