

PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK KOTA SAMARINDA MENJADI BIOETANOL: KLASIFIKASI DAN POTENSI

Dedy Irawan^{*)} dan Zainal Arifin

Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gn. Lipan, Samarinda, 75131, Telp: (0541) 260588

Abstrak

Kota Samarinda sebagai ibukota propinsi mempunyai permasalahan sampah yang mirip dengan kota-kota besar lainnya. Berdasarkan data DKP Samarinda April 2010, jumlah sampah Kota Samarinda mencapai 320 ton/hari. Sampah dikirim dan ditimbun di 3 TPAS yang masih menggunakan sistem open dumping. Peningkatan jumlah sampah serta terbatasnya lahan TPAS mendorong pencarian solusi penanganan dan pengolahan sampah yang lebih terpadu. Penelitian ini dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis (fraksi) sampah dan melakukan studi potensi pemanfaatan sampah organik Kota Samarinda menjadi bioetanol. Sampel sampah diambil secara acak di 2 TPAS (Bukit Pinang dan Palaran) selama 1 bulan setiap pagi, siang dan sore hari. Klasifikasi jenis sampah dilakukan berdasarkan kadar holoselulosa yang terkandung dalam tiap jenis sampah. Potensi bioetanol secara teoritis dihitung dengan bantuan perangkat lunak Theoretical Ethanol Yield Calculator dari US DOE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampah organik Kota Samarinda dapat diklasifikasikan menjadi 5 fraksi. Komposisi fraksi I sampai V masing – masing 22,45%; 8,07%; 16,77%; 9,27%; 26,37%. Secara teoritis menunjukkan bahwa potensi pemanfaatan sampah organik Kota Samarinda menjadi bioetanol sebesar 5.976,82 kL/tahun.

Kata kunci : bioetanol; holoselulosa; klasifikasi sampah; sampah organik

PENDAHULUAN

Problem sampah merupakan isu penting di lingkungan perkotaan sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas pembangunan sehingga perlu penanganan. Volume Sampah yang dihasilkan di Kota Samarinda menurut data Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Samarinda per April 2010 adalah 320 ton/hari. Volume sampah cukup besar di Kota Samarinda yang berpotensi menimbulkan masalah, dapat menjadi sebuah potensi yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan

Sampah kota mengandung bahan yang beraneka ragam, tetapi kandungan terbesar adalah sampah organik yang mencapai 65%. Sampah organik dari daerah perkotaan merupakan biomassa yang berat keringnya diperkirakan mengandung 75% pati, hemiselulosa, dan selulosa (Suyitno, 2007) terdiri atas sayur-sayuran, buah-buahan, dedaunan, kulit buah, bambu dan ranting kayu sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku etanol karena holoselulosa dapat diubah menjadi gula dengan proses hidrolisis yang selanjutnya dengan proses fermentasi akan diperoleh etanol (bioetanol). Lee (1997) membuat etanol dari lignoselulosa yang terdapat pada kayu keras, kayu lunak, rumput-rumputan dan sampah pertanian. Dan ternyata penggunaan lignoselulosa sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku.

Bila sampah kota digunakan sebagai bahan baku etanol maka bahan bakunya tidak perlu dibeli dan akan menjadi alternatif penanganan sampah serta dapat mendukung Inpres No 1 tahun 2006, tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (bioetanol) sebagai Bahan Bakar Lain dan Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 tentang pemanfaatan bahan bakar nabati yang ditargetkan 5% pada tahun 2025. Konversi biomassa dari sampah organik dapat menjadi sumber energi alternatif. Hal ini sesuai dengan Agenda Riset Nasional (ARN) berupa pemanfaatan sampah perkotaan untuk pembuatan etanol sebagai sumber energi terbarukan. Penyediaan energi yang ditargetkan dalam *Blue-print* Pengelolaan Energi Nasional (PEN) 2005-2025 perlu dicapai dan didukung oleh kegiatan riset.

* Penulis dimana surat-menyurat dialamatkan. E-mail: ddy_iwn@yahoo.com

Pengembangan bioetanol merupakan langkah yang tepat dalam rangka menghadapi menipisnya cadangan minyak dunia. Adapun proses pembuatan dari bioetanol sendiri terbagi menjadi 4 tahap, yaitu preparasi, *pretreatment*, hidrolisis dan fermentasi. Penelitian difokuskan pada penentuan potensi sampah organik yang ada di dua TPAS Bukit Pinang dan Palaran Samarinda menjadi Bioetanol melalui pengklasifikasian sampah berdasarkan fraksi holoselulosa.

Klasifikasi terhadap sampah kota berdasarkan kandungan holoselulosa bertujuan mengetahui potensi sampah tersebut untuk dijadikan bahan baku bioetanol khususnya Kota Samarinda. Proses klasifikasi menggunakan metode sampling. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif dan faktual terhadap potensi sampah Kota Samarinda sebagai bahan baku bioetanol.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Dan Alat

Bahan berupa sampah organik yang akan diklasifikasikan berdasarkan kandungan holoselulosanya berasal dari dua TPAS yang ada di Kota Samarinda yaitu TPAS Bukit Pinang dan Palaran. Peralatan yang digunakan berupa timbangan, sarung tangan, masker, dan keranjang untuk mengambil sampah di TPAS. Sedangkan untuk analisis kadar air peralatan yang digunakan yaitu cawan penguap, oven, penjepit, dan neraca analitik.

Metode Penelitian

Klasifikasi sampah

Penelitian diawali dengan pengklasifikasikan jenis sampah organik kedalam fraksi – fraksi berdasarkan kandungan holoselulosa yang didapat dari studi literatur (Betts *et.al*, 1991; Fajar, 2008; Kambu, 2008; Sujadmiko, 2009) dan beberapa sampel sampah ditentukan sendiri kandungan holoselulosanya. Pengelompokan fraksi tersaji pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengelompokan sampah berdasarkan kandungan holoselulosa

Fraksi	Persentase berat holoselulosa (%)
I	$0 < x \leq 20$
II	$21 < x \leq 40$
III	$41 < x \leq 60$
IV	$61 < x \leq 80$
V	$81 < x \leq 100$
VI	Tidak termasuk potensi penghasil selulosa (plastik, besi, karet, gabus, spon, kain, dll)

Metode pengambilan sampah yang digunakan merupakan metode sampling, diambil dari lokasi yang berbeda yaitu TPAS Palaran dan Bukit Pinang. Pada TPAS Bukit Pinang dibedakan menjadi dua kelompok yaitu sampah yang berasal dari pasar dan non pasar. Proses pengambilan sampel pada TPAS dilakukan selama satu bulan penuh di bulan April 2010 pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Selanjutnya data hasil klasifikasi sampah ditentukan % berat dengan metode statistik sehingga mendapatkan persentase tiap fraksi yang terdapat dalam sampah kota. Komposisi yang didapat tiap fraksi merupakan gambaran umum komposisi sampah Kota Samarinda dan selanjutnya di hitung kadar airnya untuk mendapatkan jumlah sampah Kota Samarinda dalam basis kering.

Penentuan produksi etanol teoritis

Data klasifikasi sampah selanjutnya digunakan untuk menentukan produksi etanol secara teoritis. Komposisi sampah berdasarkan kandungan selulosa di asumsikan dapat terkonversi 60% menjadi glukosa sehingga perhitungan glukosa seperti Persamaan (1) berikut:

$$\%Glu = 0,6 \times \%Holoselulosa \quad (1)$$

Selanjutnya data Glukosa tersebut di konversi secara teoritis untuk mendapatkan Rerata Yield Etanol menggunakan aplikasi *Theoretical Ethanol Yield Calculator* dari US DOE. Rerata yield etanol selanjutnya di gunakan untuk menentukan produksi etanol secara teoritis mengikuti Persamaan (2) di bawah ini:

$$PET = PST \times RYE \quad (2)$$

Dimana PET = Produksi Etanol Teoritis (Liter/tahun); PST = Produksi Sampah Tahunan (ton/tahun); RYE = Rerata Yield Etanol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat pembuangan akhir sampah (TPAS) Kota Samarinda dibagi menjadi 3 wilayah, yaitu TPAS Sambutan, TPAS Bukit Pinang dan TPAS Palaran. Penelitian ini diambil dua wilayah yang mempunyai volume sampah terbanyak yaitu TPAS Bukit Pinang dan Palaran. Metode yang dilakukan dalam pengambilan sampah yaitu metode sampling, sampel sampah yang diambil merupakan perwakilan dari masing-masing titik pengambilan sampah. Titik pengambilan sampah dibagi menjadi lima titik. Sumber sampah dari masing-masing TPAS tersebut sama yaitu berasal dari pasar dan non pasar. Sampel sampah yang digunakan dalam penelitian yaitu sampah organik, dimana sampah organik dalam penelitian ini dibagi menjadi lima fraksi berdasarkan kandungan selulosanya.

Kandungan selulosa didapatkan dari studi literatur kandungan lignoselulosa pada residu dan limbah pertanian secara umum. Sebagian kecil sampel yang berasal dari TPAS ditentukan kadar selulosanya oleh peneliti, yaitu tandan pisang; kulit singkong; kulit nanas, tongkol jagung, dan ampas kelapa dengan kadar selulosa sebagai berikut : 73,93%; 37,715%; 56,78%; 53,45% dan 22,19%. Kondisi nyata pada TPAS adalah sampah yang dibuang tiap harinya beragam khususnya di Bukit Pinang. Hal ini dikarenakan cakupan pembuangan sampah pada Bukit Pinang berasal dari sebagian besar wilayah Kota Samarinda, sedangkan pada TPAS Palaran hanya tempat pembuangan akhir sementara. Apalagi pada TPAS Bukit Pinang truk sampah dibedakan antara pasar dan non pasar (pinggir jalan, perumahan, perkantoran, rumah sakit dan lain-lain), berbeda dengan TPAS Palaran truk sampah yang datang campuran dari sampah pasar dan non pasar. Maka dari itu pada TPAS Bukit Pinang sumber sampah dibedakan menjadi dua yaitu pasar dan non pasar. Komposisi sampah Kota Samarinda dari hasil penelitian didapat seperti yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi sampah Kota Samarinda berdasarkan kandungan holoselulosa

No.	Fraksi	TPAS Bukit Pinang		TPAS Palaran	Rata-rata
		Pasar	Non Pasar		
1.	I	27,70%	19,34%	20,33%	22,45%
2.	II	6,43%	5,99%	11,80%	8,07%
3.	III	13,68%	17,48%	19,15%	16,77%
4.	IV	9,81%	7,93%	10,07%	9,27%
5.	V	31,23%	27,40%	20,46%	26,37%
6.	VI	11,16%	21,85%	18,18%	17,06%

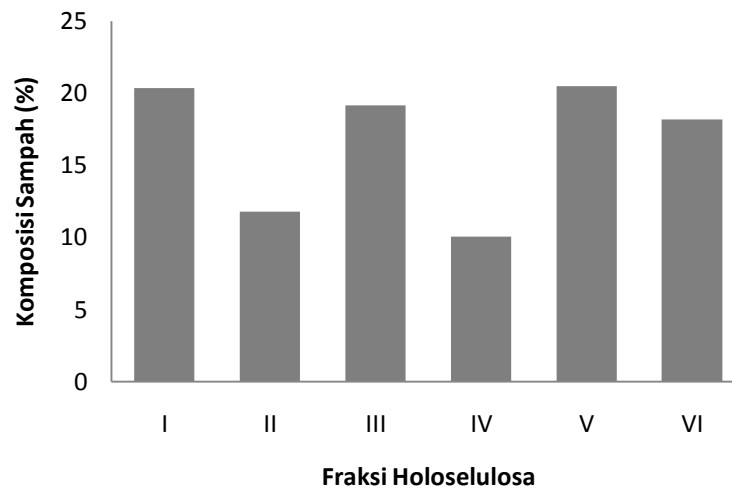
Hasil klasifikasi yang didapatkan TPAS Palaran memiliki komposisi sampah yang datang tiap hari stabil, dimana setelah dilakukan pengamatan selama 7 hari dengan 3 truk sampah yang datang tiap harinya. Contoh, pada fraksi I antara hari pertama hingga hari ketujuh memiliki deviasi sebesar 0,0776, sedangkan untuk deviasi tertinggi pada fraksi V yaitu 0,1047. Dari data tersebut terlihat bahwa standar deviasi data $\leq 0,1$, artinya bahwa sampah yang datang selama satu minggu tersebut selalu stabil. Adapun standar deviasi data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar deviasi data klasifikasi sampah untuk berbagai fraksi

No.	Fraksi	TPAS Bukit Pinang		TPAS Palaran	Rata – Rata
		Pasar	Non Pasar		
1	I	0.1635	0.1157	0.0776	0.1190
2	II	0.0633	0.0498	0.0717	0.0616
3	III	0.0939	0.1095	0.0889	0.0974
4	IV	0.0779	0.0712	0.0599	0.0697
5	V	0.2504	0.1474	0.1047	0.1675
6	VI	0.0669	0.0971	0.0476	0.0705

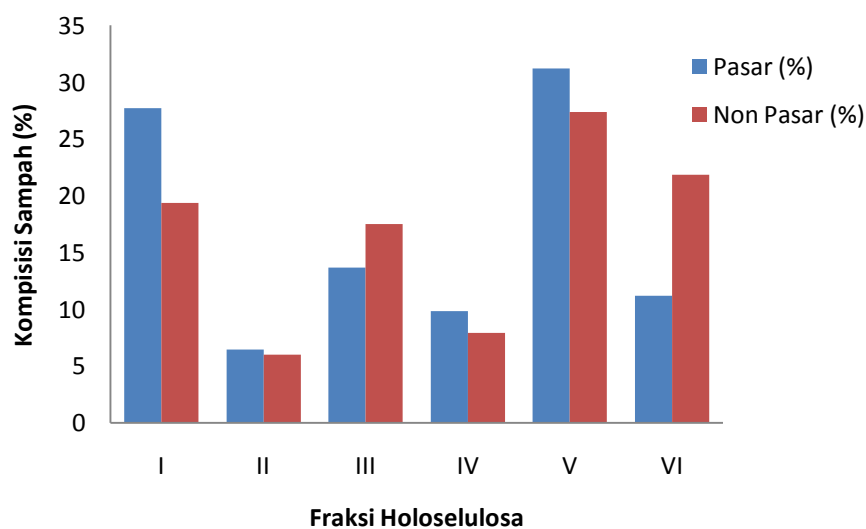
Komposisi sampah TPAS Palaran seperti yang tersaji pada Gambar 1, terlihat bahwa fraksi yang mempunyai komposisi terbesar yaitu pada fraksi V sebesar 20,46%. Maka dari itu, TPAS Palaran sangat

berpotensi untuk dijadikan bahan bakar alternatif berbasis bioetanol dengan kandungan holoselulosa pada fraksi V sebesar 81 – 100 %.



Gambar 1. Komposisi sampah pada TPAS Palaran berdasarkan fraksi holoselulosa

TPAS Bukit Pinang memiliki perbedaan dengan TPAS Palaran, apabila pada TPAS Palaran memiliki data yang stabil lain halnya dengan TPAS Bukit Pinang yang memiliki data fluktuatif. Maka dari itu pada TPAS Bukit Pinang pengambilan sampah dilakukan dua periode, yaitu pada bulan Maret – April 2010. Hal ini dilakukan guna mengumpulkan data lebih baik untuk dapat menggambarkan jenis sampah yang dapat ditampung pada TPAS Bukit Pinang. Potensi sampah Kota Samarinda terbesar yang ditampung pada TPAS Bukit Pinang adalah Fraksi V pada komposisi sampah pasar sebesar 31,23 % dan sampah non pasar sebesar 27,40 % (dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2).



Gambar 2. Komposisi sampah pada TPAS Bukit Pinang berdasarkan fraksi holoselulosa

Data yang diperoleh dari proses pengklasifikasian sampah di atas dapat diketahui potensi sampah untuk diubah menjadi etanol. TPAS Palaran memiliki kandungan selulosa tertinggi pada fraksi V dengan persentase

20,46% sedangkan TPAS Bukit Pinang tertinggi pada fraksi V juga dengan persentase pasar; 31,23% dan non pasar; 27,40%. Apabila dari kedua TPAS tersebut dirata-rata maka didapat rata-rata pada fraksi V sebesar 26,37%. Rerata komposisi sampah Kota Samarinda menunjukkan fraksi V memiliki persentase terbesar dimana kandungan selulosanya juga cukup tinggi yaitu 81-100% memiliki potensi besar untuk dikonversi menjadi bioetanol. Penelitian sebelumnya tentang potensi sampah perkotaan mengenai klasifikasi sampah kota berdasarkan kandungan holoselulosa di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan fraksi V merupakan fraksi tertinggi pula sebagai bahan baku bioetanol yaitu 29,60% (Kambu, 2008).

Komposisi rata – rata tiap fraksi sampah secara keseluruhan didapat data seperti yang tersaji dalam Tabel 2 yaitu 22,45% untuk fraksi I, 8,07% untuk fraksi II, 16,77% untuk fraksi III, 9,27% untuk fraksi IV, dan 26,37% untuk fraksi V. Sedangkan untuk fraksi VI yang tidak berpotensi menghasilkan etanol memiliki komposisi 17,06%. Walaupun selisih antar fraksi tidak terlalu jauh perbedaannya tetapi komposisi ini menunjukkan potensi sampah yang dapat dijadikan bahan baku etanol relatif tinggi. Bahkan yang menempati urutan terbesar adalah fraksi V yang juga kandungan selulosanya cukup tinggi yang secara linier dapat berpotensi menghasilkan etanol lebih besar pula.

Data komposisi sampah Kota Samarinda secara rata-rata pada Tabel 2 selanjutnya digunakan dalam perhitungan produksi etanol secara teoritis atau yang lazim disebut Rerata Yield Etanol (RYE). Sampah Kota Samarinda yang menurut data DKP pada April 2010 sekitar 320 tahun/hari maka potensi sampah Kota Samarinda secara teoritis dapat memproduksi etanol sebesar 5.976,82 kilo Liter/tahun.

Jika dilihat begitu besar potensi sampah Kota Samarinda yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol maka perlu difikirkan dan dilakukan usaha – usaha penelitian dan pengembangan proses serta teknik penanganan dan pengolahan sampah kota yang semakin hari semakin meningkat jumlahnya. Jika di kaji lebih jauh terlebih melihat data dan hasil pada penelitian ini sebenarnya Sampah yang semakin meningkat jumlahnya bukan lagi menjadi masalah tetapi merupakan potensi besar yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dari sumber energi alternatif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil klasifikasi sampah pada dua tempat TPAS di Kota Samarinda yaitu Bukit Pinang dan Palaran didapat komposisi rata-rata fraksi sampah berdasarkan kandungan holoselulosa yaitu fraksi I = 22,45 %; fraksi II = 8,07 %; fraksi III = 16,77 %; fraksi IV = 9,27 %; fraksi V = 26,37 %; fraksi VI = 17,06 %. Potensi sampah Kota Samarinda secara teoritis dapat memproduksi bioetanol 5.976,82 kilo Liter/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda atas support dana untuk penelitian ini melalui DIPA Politeknik Negeri Samarinda (No. 0145/023-04.2/XIX/2010) tanggal 31 Desember 2009. Terima kasih juga diucapkan kepada Irfan Saputra dan Ali Syahbana yang telah membantu pengambilan data di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Betts W.B., Dart R.K., Ball A.S., Pedlar S.L., (1991), "Biosynthesis and Structure of lignocellulose. In *Betts (eds) Biodegradation: Natural and Synthetic Materials*", Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 139- 155.

Dinas Pertamanan dan Kebersihan, (2010), "*Banyaknya Produksi Sampah 2010*", Samarinda.

Fajar, 2008, "Hidrolisis Fraksi Organik Sampah Kota Daerah Istimewa Yogyakarta Untuk Bahan Baku Pembuatan Etanol, *Laporan Tesis S2 Teknik Kimia*, UGM, Yogyakarta.

Kambu, O. J, 2008, "Studi Karakterisasi Sampah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai Alternatif Bahan Baku dalam Produksi Etanol", *Laporan Tesis S2 Teknik Kimia*, UGM, Yogyakarta.

Lee, J., (1997), "Biological conversion of lignocellulosic biomass to ethanol", *Journal of Biotechnology*, vol. 56, pp. 1-24, Elsevier.

Suyitno, (2007), "*Waste to Energy*", artikel ilmiah dalam web: <http://msuyitno.blogspot.com/2007/07/energi-dari-sampah-1-pendahuluan.html>



Sujadmiko, H., (2009), "Pemanfaatan Limbah Nanas sebagai Bioetanol", *Laporan penelitian DIII*, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.

U.S. Department of Energy., (2006), "*Theoretical Ethanol Yield Calculator*", http://www.eere.energy.gov/biomass/ethanol_yield_calculator.html. (diakses Juni 2010).