

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP 20 November 2014

## TEMA

Pemantapan Undang-undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH) dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan pada Era Otonomi Daerah

## KERJASAMA

Pusat Studi Permukiman dan Lingkungan Hidup | LPPM ITS

Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



ISBN 978-602-71712-0-6

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP 20 November 2014

## TEMA

Pemantapan Undang-undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH) dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan pada Era Otonomi Daerah

## KERJASAMA

Pusat Studi Permukiman dan Lingkungan Hidup | LPPM ITS

Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia



**SEMINAR NASIONAL**  
**PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP**  
**“PEMANTAPAN UUPLH DALAM**  
**MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN**  
**BERKELANJUTAN PADA ERA OTONOMI**  
**DAERAH”**



**20 NOVEMBER 2014**

**PUSAT STUDI PERMUKIMAN DAN LINGKUNGAN HIDUP**  
**LPPM**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

Buku Prosiding - ISBN 978-602-71712-0-6



# SEMINAR NASIONAL

## PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP

# “PEMANTAPAN UUPLH DALAM MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN PADA ERA OTONOMI DAERAH”

---

### TIM PENYUNTING

**Ketua**

**Dian Saptarini**

**Anggota**

**Bieby Voijant Tangahu**

**Welly Herumurti**

**Dian Rahmawati**

**Ketut Dewi Martha Erli.H**

**Ema Umilia**

## KARAKTERISASI DAN PEMANFAATAN LIMBAH KAKAO DENGAN TEKNOLOGI PIROLISIS BERBASIS ZERO WASTE

Mohammad Wijaya.M dan Muhammad Wiharto

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar  
Jl. Dg Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung 90224  
Email : wijasumi@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Komoditas perkebunan ini memiliki peranan yang penting dalam perdagangan internasional karena disamping dibutuhkan oleh Industri bahan makanan, juga oleh industri non bahan makanan seperti farmasi, obat-obatan dan industri kosmetik. Selain itu dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan limbah kakao dengan teknologi pirolisis. Hasil pembakaran ini tidak mencemari lingkungan karena asap yang dihasilkan dapat dimasukkan ke dalam destilat (asap cair), arang serta tar, yang bermanfaat sebagai bahan baku produk ramah lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan suhu pirolisis 150-500°C. Berdasarkan proses dekomposisi diketahui kandungan lignin pada kulit buah kakao kab luwu 64,72% lebih besar dibandingkan kulit buah kakao Kab Wajo sebesar 34,06%. Asap cair kulit buah kakao kab wajo 41,23% lebih besar dibandingkan kab Luwu 40,36%. Hasil analisis XRD untuk arang limbah kakao yang terdiri dari daun kakao, kulit buah kakao dan kayu kakao. Analisis EDS untuk kulit buah kakao Kabupaten Wajo menghasilkan Unsur C sebesar 61,12, Oksigen sebesar 36,65%, Silikon sebesar 0,59%, Potasium sebesar 1,48 dan Aluminium sebesar 0,17%. Pemanfaatan limbah kakao mampu menurunkan emisi karbon biomassa yang berbasis zero waste sehingga kelestarian lingkungan dan kearifan lokal tetap terjaga dan lestari demi pembangunan berkelanjutan

Kata Kunci : *Limbah Kakao, pirolisis, arang, dan zero waste..*

### PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditi hasil pertanian. Produk kakao dapat digunakan sebagai bahan makanan, farmasi, kosmetika. Setiap tahun mempengaruhi kakao yang menurun sekitar 3% (World Cacao Foundation. 2010). Biji kakao yang dihasilkan berasal dari Ghana, Indonesia, dan Ecuador. Beberapa teknik untuk melakukan fermentasi biji kakao diantaranya *box fermentation, the basket fermentation, the heap fermentation, and fermentation on drying.* (Wood and Lass. 1986). Produksi kakao mengalami peningkatan sebesar 325 ribu ton pada tahun 2013, dengan melakukan peremajaan tanaman kakao, rehabilitasi dan kegiatan intensifikasi melalui Gemas Kakao, program Gerakan Nasional Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao dari Kementerian Pertanian masih dianggap belum optimal, dan belum dapat meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani rakyat. Rendahnya harga biji kakao, juga menjadi masalah tersendiri bagi peningkatan produksi. Setiap satu hektare kebun kakao, hanya sanggup menghasilkan Rp 8,5 juta per Tahun. Tahun 2014, harga kakao diprediksi naik menjadi Rp 27.000 hingga Rp 30.000 per kilogram. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kulit buah kakao segar yang dikeringkan dengan sinar matahari kemudian digiling selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak. Biji kakao kaya akan polifenol. Kakaodan produk turunannya (*Cocoa powder, Cocoa liquordan cokelat*) mengandung konsentrasi polifenol bervariasi. Polifenol dalam biji kakao berkontribusi sekitar 12-18% dari berat kering dari seluruh bea (Misnawi.2012). Dalam prosedur manufaktur kakao, ada beberapa langkah penting selama mungkin terkontaminasi dengan PAH dan sebagai akibatnya kakao mungkin juga terkontaminasi (Ziegenhals *etal.*, 2009). Penelitian yang telah dikembangkan terkait tanaman kakao adalah



karbon aktif yang diperoleh dari kulit buah kakao dengan menggunakan dua ukuran partikel yang berbeda awal (rentang 0,25 - 0,50 mm dan 0,50-1.00 mm), agen kimia tiga aktivasi ( $K_2CO_3$ , KOH dan  $ZnCl_2$ ) dan karbonisasi dalam kondisi atmosfer nitrogen selama dua jam pada tiga temperatur yang berbeda ( $500\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $650\text{ }^\circ\text{C}$  dan  $800\text{ }^\circ\text{C}$ ) (Cruz *et al.* 2012), potensi kulit buah kakao dalam degradasi hidrokarbon minyak bumi yang tercemar minyak mentah, dimana Dua kilogram tanah yang terkandung dalam 36 ember plastik yang tercemar dengan 250 mL minyak mentah dari Perusahaan Nigeria Agip Port Harcourt (Agbor *et al.* 2012), Biofuel yang berasal dari biomassa lignoselulosa melalui biomass waste (Sander & Murthy 2010). Biofuel dari microalgae melalui produksi zero waste (Podkukoet *et al.* 2014). Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut menentukan kandungan lignin dalam limbah kakao, 2. Menentukan karakterisasi senyawa kimia yang terdapat dalam limbah kakao 3. pengujian analisis senyawa kimia yang terkandung di dalam limbah kakao tersebut,

### METODE

Teknik yang dilakukan Limbah kulit buah kakao dan daun kakao dimasukkan ke dalam *kiln* dengan pengaturan suhu dan waktu, tampung (asap cair dan arang). Tentukan nilai rendemen arang, kadar air, zat terbang, kadar abu, karbon terikat dan nilai kalor. Analisis Data. Sampel kulit buah kakao dilakukan analisis Kadar lignin Klason, kadar holoselulosa, dan Selulosa. dan Analisis arang kulit buah kakao dengan SEM, XRD. dan FTIR.

### HASIL

Pada penelitian sebelumnya. proses dekomposisi termal telah dilakukan untuk pirolisis biomassa dan penyusunnya terutama kandungan selulosa, hemiselulosa dan jenis-jenis lignin yang berbeda. Kandungan hemiselulosa 16,81% selulosa 12,12% dan lignin 64,72% pada kulit buah kakao Kab Wajo Hal ini disebabkan Lignin merupakan salah satu komponen penentu untuk menghasilkan asap cair yang berkualitas (Nurhayatiet *et al.* 2005 ). Kandungan lignin bergantung pada perbedaan jenis bahan baku. Hal ini menunjukkan bahwa struktur lignin kayu pinus hanya tersusun oleh koniferil alkohol saja, sedangkan oleh lignin kayu jati disusun oleh koniferil alkohol dan sinapil alkohol dengan perbandingan tertentu [9]. Komponen kimia yang terdapat dalam asap cair sangat bergantung pada kondisi proses dan bahan baku yang digunakan. Menurut Fengel & Wegener. 1995, bahwa komposisi kimia kayu jati mengandung selulosa 39-57%, hemiselulosa 7-13%, dan lignin 29-39%. Komposisi kimia batang jagung yang digunakan mengandung selulosa 42.4%, hemiselulosa 29.6% dan lignin 21.7% (Lv. *et al.* 2010) Komposisi kimia jerami padi mengandung selulosa 34.94%, hemiselulosa 36.06% dan lignin 12.3% [8]. Rendemen asap cair kulit buah kakao Kab Luwu 40,36% dan arang kulit buah kakao Kab Luwu sebesar 42,08%

Untuk kadar air, bahwa daun kakao Kab Wajo sebesar 3,14% lebih kecil dibandingkan daun kakao Kab Luwu sebesar 3,80%. Sedangkan kadar air arang kulit buah kakao Kab Luwu lebih kecil arang kab wajo sebesar 3,42%. Semakin kecil kadar air, maka rendemen asap cair dan arang semakin baik.

Tabel 1. Kandungan Arang kulit buah kakao dan Daun kakao

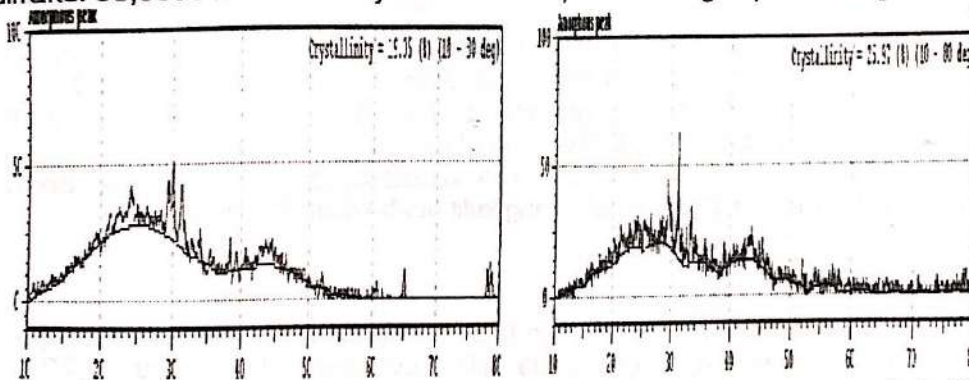
Sampel	Kadar air	Kadar zat terbang	Kadar abu	Fixed Carbon
Arang Aktif Kulit Buah Kakao Kab Wajo	4,06	14,39	31,11	54,45
Arang Aktif Kulit Buah Kakao Kab Luwu	3,77	11,78	33,11	55,11
Arang Aktif Kulit Kakao Kab Wajo KOH 5 %	4,76	9,4	22,96	67,68
Arang Aktif Kulit Kakao Kab Luwu KOH 5 %	3,77	13,04	20,60	66,36
Arang Aktif Kulit Kakao Kab Wajo H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 5 %	4,89	9,06	20,50	70,44



Sampel	Kadar air	Kadar zat terbang	Kadar abu	Fixed Carbon
Arang Aktif Kulit Kakao Kab Luwu H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 5 %	5,33	12,11	20,62	67,27

Dari Tabel 1, Hasil analisis kadar karbon terikat dimana arang aktif kulit buah kakao Kab Luwu sebesar 55,11 % lebih besar dibandingkan arang aktif kulit buah kakao Kab Wajo sebesar 54,45%. Untuk arang aktif kulit buah kakao dengan aktivasi pelarut KOH 5% Kab Wajo sebesar 67,68% lebih besar dibandingkan Kab Luwu sebesar 66,36%. Sedangkan arang aktif kulit buah kakao H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5% Kab Wajo sebesar 70,44% lebih besar arang aktif kulit buah kakao Luwu sebesar 67,27%. Arang aktif kayu kakao kab Luwu dengan aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% (700/steam 60 menit ) dengan berat 100 gram hasil AA sebesar 30 gram. Maka rendemen 30%. Arang aktif kayu kakao kab Wajo dengan aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% (700/steam 60 menit ) dengan berat 100 gram hasil AA sebesar 9 gram. Maka rendemen 9%.

Hasil analisis XRD untuk arang serbuk kulit buah kakao Kab Luwu menunjukkan bahwa derajat kristanilitas sebesar 22,83%. Sedangkan analisis XRD untuk arang kulit buah kakao Kab Wajo menunjukkan bahwa derajat kristanilitas sebesar 21,20% (Lihat Gambar 1), XRD untuk alam pits dengan selulosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), Xilan (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>9,2</sub>H<sub>2</sub>O) atau hemiselulosa memberikan data kristalografi dengan jumlah difraksi Bragg sebesar 5,5712 (Zhao *et al.* 2007). Hal ini didukung oleh penelitian Abed *et al.* 2012, bahwa hasil analisis XRD untuk limbah kelapa sawit untuk bahan DS tidak memberikan garis horizontal, Hal ini disebabkan bentuknya amorf, dimana garis dasarnya mendekati bentuk kristalin. Sehingga untuk sudut difraksi 38,5353 memberikan jarak reticular 2,71274 dengan perbandingan N cel dan H cel.



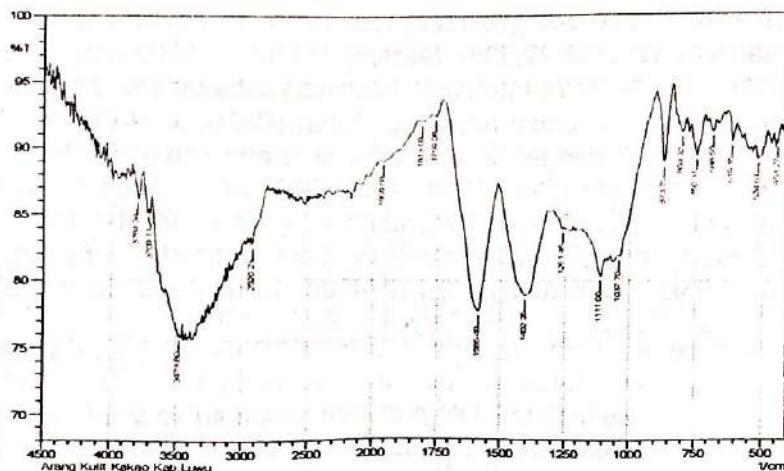
Gambar 1. Analisis XRD arang aktif kulit buah kakao Kab Luwu dan Kab Wajo



Gambar 2. Analisis SEM Struktur Morfologi arang Daun Kab Luwu dan Kab Wajo



Analisis SEM untuk struktur morfologi arang daun Kabluwu dan Kab Wajo memperlihatkan struktur yang pori yang kecil (Lihat Gambar 2). Hal ini didukung oleh analisis SEM menjelaskan bahwa structure morphology dari Palm Oil boiler mill fly ash POFA mempunyai pori yang alami (Aziz *et al.* 2014). Bahan selulosa yang asli biology mempunyai system pori interkoneksi, yang mana area permukaannya relative tinggi (Hubbeef *et al.* 2011). Hasil Analisis FTIR untuk arang serbuk kulit buah kakao Kab Luwu (Gambar 3) menunjukkan bahwa bilangan gelombang  $1111,000\text{ cm}^{-1}$  terindikasi terjadi dehidrasi dan depolimerisasi untuk kandungan selulosa dan hemiselulosa. Perubahan puncak aromatik pada  $1583,49\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-H, lignin. Sedangkan pada bilangan gelombang  $3473,80\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus hidroksil serapan  $873,75\text{--}750,31\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C=C-H (Aromatic H). Hasil penelitian ini didukung (Shances *et al.* 2014) bahwa analisis FTIR Untuk limbah buah buahan menunjukkan  $3298, 3275$  dan  $3292\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi OH dari alcohol dan asam pectic. Analisis FTIR yang digunakan untuk identifikasi perubahan struktur dari limbah buah buahan dengan perlakuan secara kimia dan biologi..



Gambar .3 Hasil Analisis FT-IR untuk arang kulit buah kakao Kab Luwu.

## KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :Kandunganlignin pada kulit buah kakao kab Luwu 64,72% Hasil analisis XRD untuk arang kulit buah kakao kab Luwu menunjukkan bahwa derajat kristanilitas sebesar 22,83%. Hasil pirolisis limbah kakao untuk rendemenasap cair kulit buah kakao Kab Luwu. Sebesar 73,86%.

## PENGHARGAAN (acknowledgement)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Dikti Kemdikbud atas bantuan Hibah Penelitian Kompetitif Nasional dan atas pemikiran dan penulisan yang menghasilkan penelitian yang inovatif dan Unggulan. Penulis banyak mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tinggi atas fasilitas dan prasarana dalam kegiatan penelitian ini kepada Prof.(R).Dr.Gustan Pari, MS.

## REFERENSI

Agbor, R. B, I. A. Ekpo, U. U. Udofia, E.C Okpako<sup>1</sup> and E. B. Ekanem. 2012. Potentials of cocoa pod husk and plantain peels in the degradation of total petroleum hydrocarbon content of crude oil polluted soil. Archives of Applied Science Research, 4 (3):1372-1375.



- Aziz AS, Manaf L.A., Che Man H, dan Kumar NS. 2014. Kinetic Modelling and Theorema Study for Copper (II) Adsorption into Palm Oil Boiler Mill Fly Ash (POFA) as a Natural Low Cost Adsorbent.
- Fengel D, Wegener. G. 1995 Kimia Kayu, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Terjemahan Hardjono Sastrohamidjono, Gadjah Mada University Press dari Wood Chemistry.
- Hubbe, MA, Hasan, SH and Ducoste, JJ. 2011. Metal ion Sorption Review Bioresources 6(2), 2161-2287.
- Lv.G.J, Wu.S.B, and Lou. R. 2010. Characteristic of Corn Stalk Hemicellulose Pyrolysis in a Tubular Reactor. *J. Biores.* 5(4), 2051-2062.
- Misnawi. 2012. Effect of cocoa bean drying methods on polycyclic aromatic hydrocarbons contamination in cocoa butter. *International Food Research Journal* 19(4): 1589-1594
- Nurhayati T, Desviana, Sofyan K. 2005. Tempurung Kelapa Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous Asap Cair. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis.* 3.(.2).
- Podkuiko L, Ritslaid K, Olt, J & Kikas T. 2014. Review of Promising Strategies for Zero Waste Production of the Third Generation Biofuel. *Agronomy Research* 12(2), 373-390.
- Ratanapisit J, Apiraksakul S, Remgnarong A, Chungsiripom J, Bunyakarn C. 2009. Preliminary Evaluation of Production and Characterization of Wood Vinegar from Rubberwood, Songklarakar. *J Sci Technol.* 31(3) : 343-349.
- Shances O, Boldera P, Rou M, Urena P. 2014. Characterization of Lignocelulosic Fruit Waste as Alternative Feedstock for Bioethanol Production. *J. Bioresources* 9(2) : 1873-1885.
- Tewfik SR, Sorour MH, Abulnour AMG, Talaat HA, El Defrawy NM, Farah JY, Abdou IK. 2011. Bio-Oil from Rice Straw by Pyrolysis ; Experimental and Techno-Economic Investigations. *J. Am Sci,* 7(2).
- Yaman S. 2004. Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks. *J. Energy Conversion and Management,* 45 : 651-671.
- Zhao Y, Bie R, Lu J, Xiu T. 2010. Kinetic Study on Pyrolysis on NSSC Black Liquor in a Nitrogen Atmosphere. *J. Chem Eng Chem* 197 : 1033-1047.
- Wood GAR & Lass. RA. 1986. Cocoa. 4<sup>th</sup> ed. Blackwell Science USA. Wiley ch13. pp 444-505