

Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa

Ahmad M. Fuadi, Heri Pranoto*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jl. A. Yani Tromol
Pos I Pabelan, Kartasura, Surakarta 57102
*email: heripranoto90@yahoo.co.id

Abstract

The use of increase in plantation and production of crude palm oil (CPO), will be the more industrial waste generated. Based on statistics book published by DG oil palm plantations, the 2004 acreage of palm oil is 5.2 million hectares and in 2014 had reached 10.9 million hectares with a production of 29.3 million tons of CPO. One of the biggest wastes from palm oil mill is empty fruit bunches (EFB). During the utilization of empty fruit bunches just as boiler fuel, compost and as pavers in oil palm plantations. Though EFB potential to be developed into a more useful. One of them as raw material for making glucose. The process of creating glucose from empty fruit bunches, starts from the beginning that process of delignification treatment with NaOH solution of 17.5% followed by the hydrolysis using cellulase enzymes. The testing process on the study include is kappa test, lignin, cellulose and glucose test (through enzymatic hydrolysis process). The highest glucose obtained from the hydrolysis of the pH variation is at pH 5 and hydrolysis time 28 hour with levels of 1.2% and for the greatest levels of temperature variation obtained at a temperature of 35 °C time hidolisis 28 hour with glucose levels of 1.2272% of each of dry weight (EFB).

Keywords: Glucose; hydrolysis; EFB

Pendahuluan

Indonesia terus memperluas lahan perkebunan kelapa sawit dan meningkatkan produksi CPO. Berdasarkan buku statistik komoditas kelapa sawit terbitan Ditjen Perkebunan, pada Tahun 2014 luas areal kelapa sawit mencapai 10,9 juta Ha dengan produksi 29,3 juta ton CPO. Luas areal menurut status pengusahaannya milik rakyat (Perkebunan Rakyat) seluas 4,55 juta Ha atau 41,55% dari total luas areal, milik negara (PTPN) seluas 0,75 juta Ha atau 6,83% dari total luas areal, milik swasta seluas 5,66 juta Ha atau 51,62%, swasta terbagi menjadi 2 (dua) yaitu swasta asing seluas 0,17 juta Ha atau 1,54% dan sisanya lokal [1]. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit (PKS). Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS. Jika PKS (pabrik kelapa sawit) berkapasitas 100 ton/jam maka dihasilkan sebanyak 22 – 23 ton TKKS [2]. Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah berlignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini pemanfaatan tandan kosong hanya sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Padahal tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah satunya menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung selulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian dengan dilanjutkan difermentasi menjadi bioetanol.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian tentang pembuatan glukosa dari tandan kosong kelapa sawit melalui proses hidrolisis enzimatis serta mengamati pengaruh suhu, waktu, dan pH untuk mendapatkan kondisi yang optimum terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bahan-bahan yang kurang memiliki nilai ekonomis sebagai sumber energi terbarukan dengan membuat glukosa dari selulosa (Tandan Kosong Kelapa Sawit) dengan proses hidrolisis secara enzimatis, serta mengetahui kondisi optimum proses hidrolisis Tandan kosong kelapa sawit secara enzimatis.

Metodologi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk TKKS, ukuran 100-120 mesh, NaOH, untuk proses delignifikasi, dan enzim selulase serta larutan fehling A dan larutan fehling B. Penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu; penelitian pendahuluan, dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kadar selulosa yang optimum yang diperoleh melalui proses steaming dalam perlakuan delignifikasi adapun waktu pengamatan dalam proses delignifikasi adalah 60 menit, 90

menit dan 120 menit, dengan konsentrasi NaOH 17,5%. sedangkan penelitian utama bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum proses hidrolisis TKKS secara enzimatik. Pada tahap ini 1 gram substrat yang sudah melalui proses steaming dengan kadar selulosa tertinggi ditambahkan 100 ml aquades dan 10% enzim selulase (berat substrat) kemudian dihidrolisis dalam labu leher tiga dengan waktu optimal 28 jam. Adapun variabel yang diamati dalam proses hidrolisis ini adalah waktu vs pH. pH yang diamati adalah 4, 5, 6, dan 7, dan setiap 2 jam, 5 jam, 24 jam, dan 28 jam, sampel diambil 10 ml kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 ml dan dilakukan titrasi dengan larutan fehling A dan B hingga terbentuk endapan merah bata kemudian dilakukan analisis glukosa. Begitu juga untuk variabel waktu vs suhu, dalam hal ini variabel suhu yang diamati adalah 30, 35, 40, dan 45 °C.

Kelapa sawit

Kelapa sawit adalah tanaman perkebunan berupa pohon berbatang lurus dari famili palmae. Tanaman tropis ini dikenal sebagai penghasil minyak goreng. Menurut Loebis 1992, tanaman kelapa sawit diperkirakan berasal dari Guinea, pantai barat Afrika yang kemudian menyebar sampai ke Indonesia. Tanaman ini memiliki nama latin *Elaeis guineensis* jacq [3]. Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama dari industri pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit. Persentase limbah TKKS adalah 23% dari tandan buah segar, sedangkan persentase serat dan cangkang biji masing-masing adalah 13% dan 5,5% dari tandan buah segar [4]. Komponen utama dari limbah padat kelapa sawit adalah selulosa dan lignin sehingga limbah ini disebut juga limbah lignoselulosa [5]. Komposisi kimiawi tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Komposisi tandan kosong kelapa sawit

No.	Komposisi	Tun Tedja irawadi, 1991	Pratiwi.,et al 1988 dalam said 1994	Azemi, et al 1994	Darnoko.,et al 1995
1	Lemak	5,35	-	-	-
2	Protein	4,45	-	-	-
3	Selulosa	32,55	35,81	40	38,76
4	Lignin	28,54	15,70	21	22,23
5	Hemiselulosa	31,70	27,01	24	-
6	Pentosan	-	-	-	26,69
7	Abu	-	6,04	15	6,59

Selulosa

Selulosa adalah komponen utama yang mencapai 37% dari bobot kering TKKS [6]. Selulosa sangat erat berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Isolasi selulosa membutuhkan perlakuan kimia yang intensif. Selulosa terdiri dari unit monomer D-glukosa yang terikat melalui β -1-4-glikosidik. Residu glukosa tersusun dengan posisi 180° berikatan antara satu dengan yang lain, dan selanjutnya pengulangan unit dari rantai selulosa yang terdiri dari dua buah selulose membentuk unit selobiosa. Derajat polimerasi (DP) selulosa bervariasi antara 7000-15000 unit glukosa tergantung pada bahan asalnya [7].

Lignin

Lignin adalah polimer tri-dimensional phenylpropanoid yang dihubungkan dengan beberapa ikatan berbeda antara karbon ke karbon dan beberapa ikatan lain antara unit phenylpropane yang tidak mudah dihidrolisis. Di alam lignin ditemukan sebagai bagian integral dari dinding sel tanaman, terbenam di dalam polimer matrik dari selulosa dan hemiselulosa. Komposisi lignin sendiri dialam sangat bervariasi tergantung pada spesies tanaman. Adapun pengelompokan seperti kayu lunak, kayu keras, dan rumput-rumputan, lignin dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu: guaiacyl lignin dan guaiacyl-syringyl lignin [8]. Lignin dapat terdegradasi dengan perlakuan steaming atau dengan menggunakan jamur pelapuk.

Hidrolisis Enzimatis

Hidrolisis merupakan proses untuk mengubah senyawa karbohidrat atau selulosa menjadi glukosa, dengan cara memecah gugus polisakarida menjadi monosakarida [9]. Hidrolisis selulosa dapat menggunakan katalis asam atau enzim. Hidrolisis menggunakan katalis asam kuat atau basa kuat permasalahannya yaitu sifat bahan yang sangat korosif sehingga produknya bisa menghasilkan limbah yang berbahaya. Hidrolisis enzimatik memiliki keuntungan dibandingkan dengan hidrolisis asam, diantaranya dapat menurunkan resiko korosi pada alat proses serta mengurangi kehilangan energi pada bahan bakar produksi. Dimana enzim memiliki kemampuan mengaktifkan senyawa lain secara spesifik dan dapat meningkatkan kecepatan reaksi

yang akan meningkatkan konversi dari proses hidrolisis. Enzim memiliki ukuran yang sangat besar apabila dibandingkan dengan substrat atau gugus fungsional targetnya [10]. Penelitian ini menggunakan enzim yang sudah komersial untuk dapat menghidrolisis TKKS. Enzim selulase digunakan untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa.

Overview Penelitian Sebelumnya

1. Ida bagus wayan gunam dkk, 2010. Pengaruh perlakuan delignifikasi dengan larutan NaOH dan konsentrasi substrat jerami padi terhadap produksi enzim selulase dari aspergillus niger NRRL A-II, 264.
2. Sitorus, rudy s. 2011. Pretreatment dan hidrolisis tandan kosong kelapa sawit dengan metode steaming dan enzimatik.

Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan hidrolisis terhadap tandan kosong kelapa sawit ini, dilakukan dahulu treatment awal untuk mengetahui komposisi dari TKKS. Komposisi uji yang dilakukan antara lain uji bilangan kappa, uji kadar lignin, dan uji kadar selulosa. Delignifikasi merupakan suatu proses pembebasan lignin dari suatu senyawa kompleks. Proses ini penting dilakukan sebelum hidrolisis bahan selulolik, sebab lignin dapat menghambat penetrasi asam atau enzim sebelum hidrolisis berlangsung. Dengan pemberian perlakuan delignifikasi pada substrat maka selulosa alami diharapkan menjadi mudah dihidrolisis oleh enzim selulolik. Substrat didelignifikasi dengan larutan NaOH 17,5% kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama variabel waktu yang ditentukan. Adapun hasil uji sebelum dan sesudah dilakukan steaming adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data hasil analisis bilangan kappa, lignin, dan kadar selulosa

No.	Waktu treatment	Bilangan kappa	Kadar lignin %	Kadar selulosa %
1	Tanpa treatment	134,4091	20,1613	39,6
2	60 menit	129,9347	19,4902	59,6
3	90 menit	127,3492	19,1023	63,9
4	120 menit	123,2713	18,4906	66,422

Dari data diatas dapat dilihat bahwa waktu pemanasan mempengaruhi hasil berbagai uji, yang mana semakin lama waktu pemanasan maka nilai bilangan kappa dan kadar lignin akan semakin menurun serta kadar selulosa semakin meningkat. Naiknya kadar selulosa dikarenakan semakin lama waktu pemasakan maka akan semakin besar kesempatan larutan pemasak (NaOH) untuk mendelignifikasi limbah TKKS sehingga lignin akan terdegradasi dan didapatkan hasil selulosa yang optimal.

Analisis kadar glukosa hasil hidrolisis

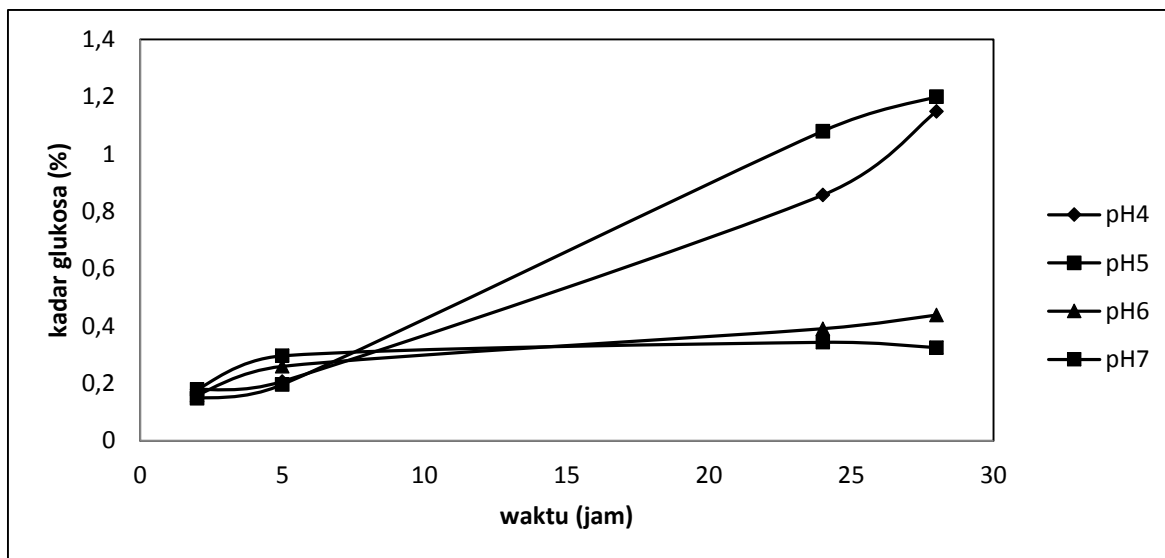
Setelah penelitian tahap pertama selesai langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses hidrolisis bahan baku yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) untuk mengetahui kadar glukosa yang dapat dihasilkan melalui proses hidrolisis enzimatik. Adapun bahan yang digunakan disini adalah tandan kosong kelapa sawit yang telah ditreatment dan dianalisa kadar selulosa yang paling optimal. Dan dari data diatas diketahui bahwa kadar selulosa tertinggi yaitu setelah treatment selama 120 menit dengan kadar selulosa sebesar 66,422%. Pada percobaan ini variabel-variabel yang diamati adalah hubungan antara waktu hidrolisis dengan suhu dan waktu hidrolisis dengan pH.

Hubungan antara waktu hidrolisis dengan pH

Percobaan dilakukan dengan waktu hidrolisis 2 jam, 5 jam, 24 jam, dan 28 jam, serta kondisi pH operasi 4, 5, 6, dan 7. Dari hasil analisis diperoleh data dan grafik sebagai berikut.

Tabel 3. Data hasil analisis kadar glukosa variasi pH

No.	Waktu hidrolisis (jam)	Kadar glukosa sampel (%)			
		pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
1	2	0,17880	0,1483	0,1592	0,18
2	5	0,20689	0,1963	0,2596	0,2967
3	24	0,85714	1,08	0,3913	0,3439
4	28	1,14893	1,2	0,4390	0,3253



Gambar 1. Grafik Hubungan waktu hidrolisis dengan pH

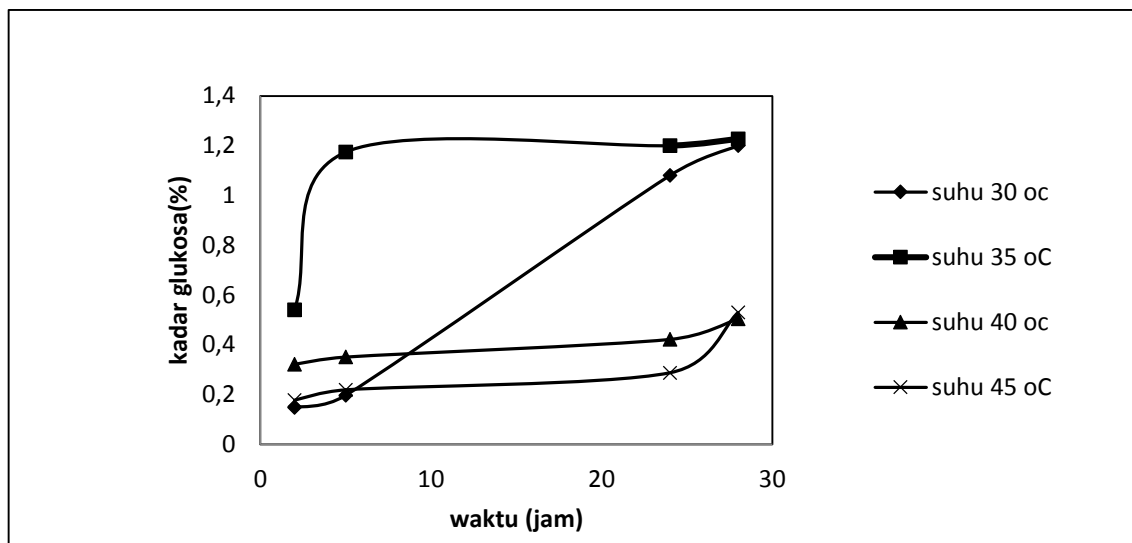
Dari gambar 1 dapat di lihat bahwa waktu hidrolisis yang semakin lama akan menghasilkan % glukosa yang semakin tinggi, Pada kondisi suhu 30 °C, pH 5 dan waktu hidrolisis 28 jam diperoleh % glukosa tertinggi yaitu 1,2% dari berat kering TKKS. Sedangkan pada kondisi operasi pH 7 dengan waktu yang sama hanya diperoleh % glukosa sebesar 0,3253% dari berat kering TKKS tersebut. Ini menunjukkan bahwa enzim selulase akan bekerja secara optimum pada pH 5, namun demikian untuk waktu hidrolisis belum dapat diperoleh kepastian tentang waktu optimum dari hidrolisis, perlu penambahan waktu hidrolisis yang lebih lama lagi untuk dapat memastikan waktu optimum dari hidrolisis enzimatik ini.

Hubungan antara waktu hidrolisis dengan suhu

Pada penentuan suhu optimum hidrolisis dapat dilihat pada data dan gambar grafik di bawah ini. Adapun variabel yang digunakan pada penentuan suhu optimum pada penelitian ini adalah 30, 35, 40, dan 45 °C.

Tabel 4. Data hasil analisis glukosa variasi suhu

No.	Waktu hidrolisis (jam)	Kadar glukosa sampel (%)			
		Suhu 30 °C	Suhu 35 °C	Suhu 40 °C	Suhu 45 °C
1	2	0,1483	0,54	0,3214	0,1770
2	5	0,1963	1,1739	0,3506	0,2186
3	24	1,08	1,2	0,4218	0,2872
4	28	1,2	1,2272	0,5046	0,5294



Gambar 2. Grafik hubungan waktu hidrolisis dengan suhu

Selain suhu variabel tetap yang digunakan yaitu, ukuran substrat, perbandingan jumlah enzim dan substrat, dan pH hidrolisis pada pH 5. Pada gambar ini juga memberikan kesimpulan yang sama, yaitu semakin lama waktu hidrolisis maka akan semakin besar kadar glukosa yang dihasilkan. Akan tetapi suhu hidrolisis yang semakin tinggi ternyata tidak menjamin meningkatnya konversi TKKS menjadi glukosa tetapi justru memberikan kadar glukosa yang stabil dan berjalan lambat. Hal ini dapat dilihat dari kurva diatas bahwa semakin tinggi suhu, enzim akan kehilangan aktifitasnya, sehingga disimpulkan bahwa suhu optimum untuk hidrolisis enzim adalah pada suhu 35 °C yang diperoleh % glukosa sebesar 1,2272%

Kesimpulan

Hidrolisis tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dilakukan secara enzimatik telah berhasil dilakukan dengan ditemukannya kadar glukosa dari hasil hidrolisis limbah tandan kosong kelapa sawit. Berdasarkan pengamatan semakin lama waktu hidrolisis maka semakin besar pula kadar glukosa yang dihasilkan akan tetapi semakin besar pH dan semakin tinggi suhu justru akan mempengaruhi aktifitas enzim. Pada penelitian ini kondisi optimum yang diperoleh adalah pada saat suhu 35 °C dan pH 5 diperoleh % glukosa sebesar 1,2272%

Daftar pustaka

- [1] Ditjen Perkebunan, 2004, Prospek Perkebunan dan Industri Minyak Kelapa Sawit
- [2] -,2008. Mengolah Limbah Sawit Jadi Bioetanol. <http://Aryafatta.com/2008/06/01/mengolah limbah-sawit-jadi-bioetanol.html>.
- [3] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press, Jakarta
- [4] Peni SP. 1995. Tandan sawit untuk kertas kraft. *Trubus*. 311:52-54.
- [5] Darnoko. 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi. *Berita Pen.Perkeb.* 2: 85-97
- [6] Hambali, E., S. Mujdalipah, A.H. Tambunan, A.W Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia pustaka, Jakarta.
- [7] -,2009. Lignoselulosa. www.isroi.wordpress.com
- [8] Gibbs D. 1958. The Maule reaction, lignins, and the relationships between woody plants. in : Thimann KV (Editor), *The Physiology of Forest Trees* Ronald Press, New York.
- [9] Kirk dan Othmer. 1992. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4th. John Wiley and Sons. Inc, New York.
- [10] Samsuri, M. 2008. Konversi bagas menjadi Etanol dengan kombinasi perlakuan awal dan enzim dalam sakarifikasi dan fermentasi serempak (SSF), FT UI, Depok, Indonesia.