

GASIFIKASI BIOMASA LIMBAH SAWIT DENGAN PENAMBAHAN KATALIS BENTONIT

A' Yan Sabitah¹, Nurkholis Hamidi², Slamet Wahyudi³

¹ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

² Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

³ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Kata kunci:

Syngas,
Gasifikasi,

TKKS,

Katalis Bentonit.

Email penulis:

Ayansabitah51@gmail.com

Abstract

Gasifikasi merupakan konversi bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar, seperti CH₄, H₂, CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan bentonit terhadap hasil gasifikasi updraft tandan kosong kelapa sawit terhadap perubahan volume gas, temperatur biomassa, dan komposisi tar. Proses gasifikasi ini dilakukan dengan oksigen terbatas selama dua jam menggunakan bahan baku tandan kosong kelapa sawit sebanyak 200 gram dan ditambah katalis bentonit menggunakan variasi 10%, 30% dan 50% dari berat total bahan. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak penambahan bentonit maka syngas yang terbentuk lebih cepat dan banyak serta mampu mengurangi energy aktivasi. Hal ini di sebabkan oleh thermal cracking dan catalytic cracking yang membantu memecah rantai hidrokarbon panjang menjadi rantai hidrokarbon pendek dengan bantuan panas dan katalis. Selama proses gasifikasi dengan temperatur 700°C menggunakan katalis, menunjukkan bahwa syngas yang dihasilkan paling banyak menggunakan katalis 50% dengan volume 60,563 liter dibandingkan tanpa katalis hanya 51,055 liter.

1. Pendahuluan.

Di Indonesia terutama daerah kalimantan selatan khususnya luas area komoditas kelapa sawit tahun 2013 telah mencapai 372.720 Ha, dimana seluas 298.365 Ha (80,05%) merupakan kebun yang dimiliki PBS, seluas 4.906 Ha (1,32%) dimiliki PBN serta sisanya seluas 69.449 Ha (18,63%) merupakan usaha Perkebunan Rakyat (PR). Sedangkan produksi kelapa sawit tahun 2013 sebesar 901.077 ton (CPO) dan 247.440 ton (inti sawit). (Hayashi K, 2007).

Daerah tersebut memiliki potensi sumber energi terbarukan yang cukup besar. Salah satu sumber energi terbarukan adalah biomasa. Biomasa adalah istilah untuk semua jenis material organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Salah satu jenis dari biomasa ini adalah tandan kosong kelapa sawit.

Tandan kosong kelapa sawit mempunyai kekhasan pada komposisinya. Komponen terbesar adalah selulosa 40%, disamping hemiselulosa 24% dan lignin 21%. Dari kandungan yang ada pada tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif dengan mengolah tandan kosong tersebut dengan cara gasifikasi untuk menghasilkan *syngas*.

Nilai kalor dari beberapa limbah perkebunan dan pengolahan kelapa sawit ditunjukkan dalam Tabel.1

Table 1. Nilai kalor dari limbah padat kelapa sawit

Limbah	Rata-rata Calorific Value (kJ/kg)	Kisaran (kJ/kg)
Serat	19.055	18.800-19.580
Tandan kosong	18.795	18.000-19.920
Cangkang	20.093	19.500-20.750
Batang	17.471	17.000-17.800
Pelepah	15.719	15.400-15.680

Sumber : Nur (2014)

Netty Kamal., (2010) menyatakan dari hasil uji laboratorium terhadap limbah TKKS memiliki jumlah kalor sebesar 4.492,7436 kalori/g atau 18.719,5 joule/g serta mengandung pati 11,550 % bb dan mengandung selulosa 41,392 % bb, sangat cocok untuk dijadikan menjadi bahan bakar .[2]

Seperti umumnya biomasa, tandan kosong kelapa sawit juga bisa dibuat menjadi bahan bakar padat, cair dan gas, diantara teknologi konversi limbah padat menjadi energi adalah proses gasifikasi. Menurut Zhang R, et.al (2005) [3], Sintesis gas yang dihasilkan dari gasifikasi biomassa mengandung hidrogen (H₂), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), nitrogen (N₂), metana (CH₄), dan melacak sejumlah hidrokarbon lainnya.

Slamet raharjo, dalam penelitiannya menganalisis karakteristik gasifikasi 3 jenis limbah padat kelapa sawit menyatakan bahwa, kandungan Volatile Matter (VM) TKS lebih besar dari serat dan cangkang, sehingga produksi gas H₂ dari TKS lebih tinggi dibandingkan cangkang dan serat, sedangkan kandungan *fix carbon* (FC) dan *fuel ratio* dalam cangkang lebih besar dari tandan kosong sawit (TKS), mengakibatkan produksi gas CO cangkang kelapa sawit lebih besar dibanding tandan kosong kelapa sawit (TKS) (Slamet raharjo, 2012)[4].

Dalam pengembangan teknologi gasifikasi, penambahan katalis akan memberikan efek positif terhadap kecepatan reaksi dan penurunan temperatur operasi. Katalis selain berfungsi untuk mempercepat reaksi dan mengurangi energi aktivasi, juga bisa digunakan untuk memecah ikatan atom dalam molekul sehingga molekul tersebut tercah dan bermuatan. I.N.G.Wardana., (2008)[5].

Penelitian dengan menambahkan katalis telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Beltrame and Carniti [6] membandingkan berbagai macam katalisator yang digunakan dalam pirolisis polietilen. Mereka menemukan bahwa katalisator zeolit merupakan katalisator yang paling efektif, kemudian Ishihara *et al* [7] melaporkan bahwa pirolisis polietilen menggunakan katalisator silika-alumina dapat memperpendek rantai polimer dan meningkatkan cabang rantai.

Dou, 2016, melakukan penelitian pirolisis menggunakan biji nanas dan biji mangga dengan menggunakan bentonite sebagai katalisator. Dimana hasilnya adalah penambahan bentonite meningkatkan kadar hydrogen (H₂) dan metana (CH₄) pada produksi gas hasil pirolisis meskipun pada temperature rendah. Penambahan bentonite dapat meningkatkan volume gas yang dihasilkan [8].

Dody Candra Kumara 2015, menyatakan bahwa temperatur dan penggunaan katalis (zeolit) mempunyai pengaruh yang besar dalam proses pirolisis, dimana semakin tinggi temperatur maka volume *tar* semakin meningkat dan nilai *kinetic rate* semakin besar, demikian pula dengan pengaruh katalis (zeolit) pada proses pirolisis [9].

Adimas Rangga Juliyono, *et al.*, dalam penelitian yang dilakukannya pada proses gasifikasi, menyatakan bahwa dengan penambahan bentonit (Al₂O₃ dan SiO₂) menggunakan bahan baku cangkang kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan *syngas* yang terbentuk mengalami peningkatan seiring bertambahnya suhu. Hal ini disebabkan oleh thermal cracking dan catalytic crackin. Thermal cracking atau perekahan dengan panas adalah proses pemecahan rantai hidrokarbon panjang menjadi rantai hidrokarbon pendek dengan bantuan panas dengan temperatur 425°C-650°C (Adimas Rangga Juliyono, *et al.*, 2017)[10].

Muhammad Reza Pradecta., *et al.*, melakukan studi eksperimental gasifikasi superkritis tandan kosong kelapa sawit untuk meningkatkan produksi gas hydrogen dengan katalis NiO/Al₂O₃-CaO dimana hasil menunjukkan unsur H₂, CH₄, dan CO mengalami kenaikan sedangkan CO₂ mengalami penurunan konsentrasi seiring penambahan katalis [11].

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti tertarik ingin meneliti lebih lanjut tentang Gasifikasi Biomas Limbah Kelapa Sawit berupa tandan kosong dengan ditambah katalis bentonit.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan alat penelitian

2.1.1. Bahan

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) didapatkan dari perkebunan kelapa sawit di daerah Kalimantan yang merupakan limbah hasil ekstraksi minyak kelapa sawit. TKKS kemudian dijemur dan dihaluskan. Komposisi TKKS di analisa dengan metode *proximate analysis* yang tersaji dalam bentuk tabel 1 dibawah ini.

Table 2. *Proximate analysis* dari TKKS

Kalori Kal/g	Abu %	Air %	Folatil Meter %	Fix carbon %
4318,72	5,538	8,591	63,810	22,061



Gambar 2. Tandan kosong kelapa sawit

Katalis yang digunakan dalam eksperimen ini adalah bentonit. Hal itu dikarenakan kandungan alumina (Al_2O_3) pada bentonit membuat bentonit berfungsi sebagai perambat panas yang baik sehingga proses penyerapan energi panas berlangsung secara optimal sehingga mampu mempercepat proses dekomposisi pada biomassa.

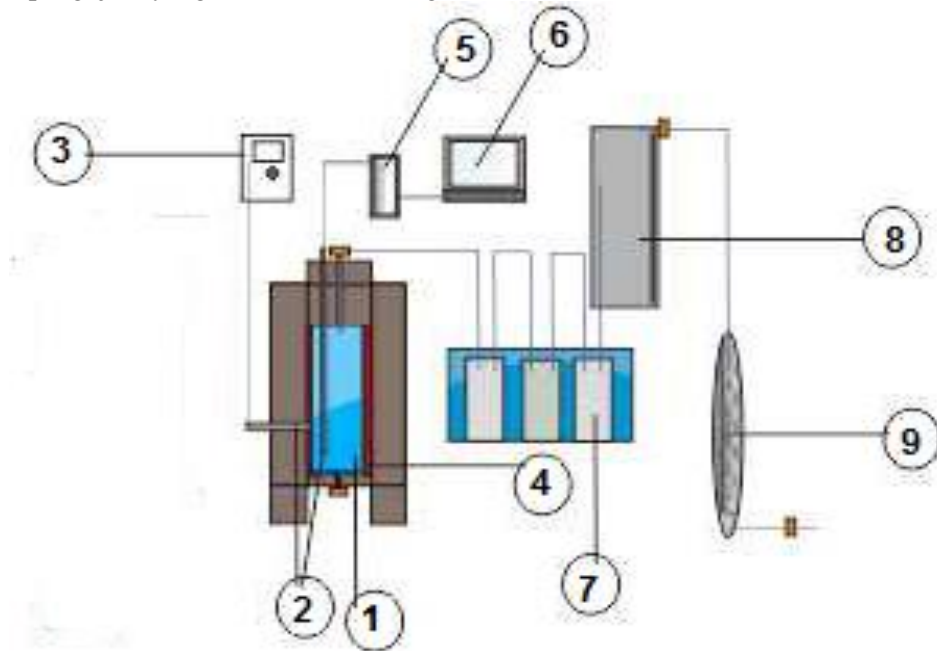


Gambar 3. Bentonit

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah memvariasikan penambahan katalis dengan persentase 0%, 10%, 30% dan 50% dari berat bahan bakar. Sedangkan variabel terikat yang diamati dalam penelitian gasifikasi ini adalah volume gas selama proses gasifikasi, Laju pemanasan selama proses gasifikasi serta komposisi *tar* yang dihasilkan setelah proses gasifikasi. Variabel terkontrolnya adalah tandan kosong kelapa sawit 200 gram dengan waktu gasifikasi 2 jam.

2.1.2. Alat penelitian

Berikut ini, di Gambar 2, merupakan skema dan instalasi perangkat updraft gasifier pada Laboratorium Energi Brawijaya. Dalam skematik alat pengujian ini akan menggambarkan susunan alat pengujian yang ada dalam sistem gasifikasi biomassa



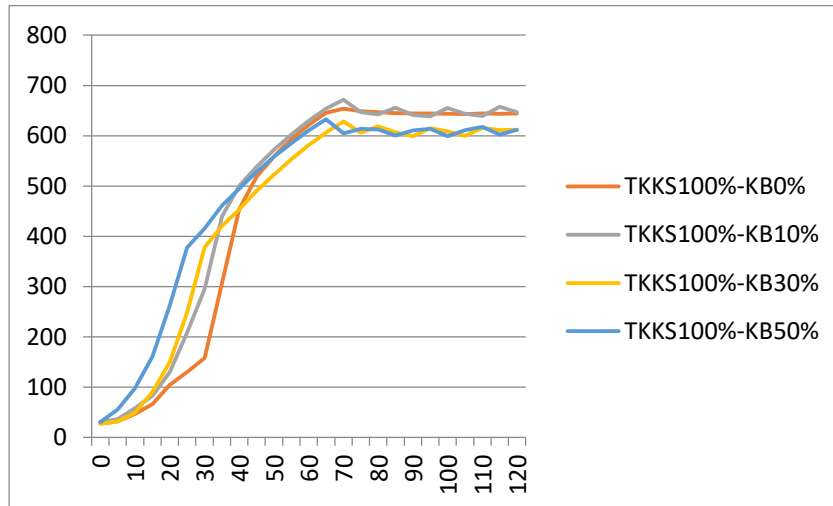
Gambar 4. Skema dan instalasi perangkat updraft gasifier pada Laboratorium Energi Brawijaya

Proses gasifikasi dilakukan setelah semua instalasi terpasang sempurna sesuai gambar instalasi penelitian. Setelah semua instalasi terpasang dengan sempurna, barulah tandan kosong kelapa sawit dan bentonit yang telah dipersiapkan sebelumnya dimasukkan ke tungku gasifikasi. Lalu setelah itu ditutup hingga rapat dan memastikan bahwa instalasi tersebut tidak terjadi kebocoran gas agar volume gas yang di hitung sesuai. Hidupkan saklar pada *thermocontroler* atur temperatur sesuai yang diinginkan dan secara bersamaan tekan tombol *start* pada aplikasi *data logger*. Selama proses gasifikasi berjalan catat temperature heater dan temperature biomassa dan catat volume gas yang dihasilkan. Ketika temperature sudah sesuai yang diinginkan jaga temperature tersebut agar konstan dan ambil sampel gas pada temperature tersebut dengan *urine bag*. Setelah *urine bag* penuh tersisi simpan urine bag tersebut dan pastikan tidak terjadi kebocoran. Setelah beberapa menit dijaga konstan sesuai dengan temperature yang diinginkan matikan semua instalasi yang hidup dan simpan total hasil gas dan *tar* yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan

Gasifikasi ini bertujuan untuk mengkonversi TKKS menjadi *syngas* yang kaya akan gas mampu bakar. Hasil dari percobaan pada proses gasifikasi *updraft* dengan memvariasikan penambahan katalis bentonit pada tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pada proses gasifikasi *updraft* pada suhu 700°C menunjukkan.

3.1. Hubungan waktu dan laju pemanasan biomasa

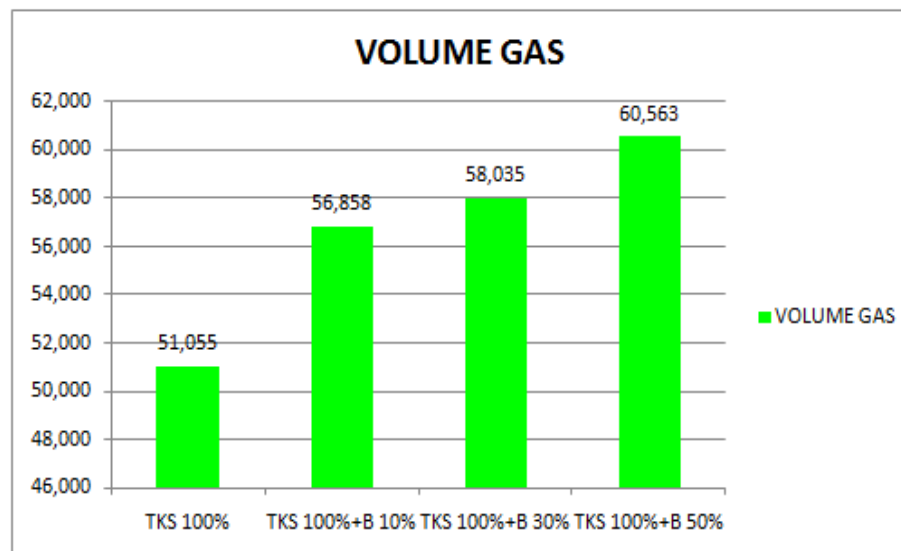


Gambar 2. Grafik hubungan waktu dan laju pemanasan biomasa

Pada *gambar 1* diatas menunjuk seiring bertambahnya waktu maka suhu ikut bertambah. Pada kurva dengan penambahan bentonit waktu yang di butuhkan untuk pemanasan bahan lebih cepat dan dengan penambahan bentonit juga mampu mengurangi energi aktivasi pada proses gasifikasi updraft. Dari grafik terlihat bahan bakar tandan kosong kelapa sawit yang tanpa katalis mempunyai temperature yang paling tinggi sedangkan untuk tandan kosong yang menggunakan katalis lebih rendah dan untuk pemanasannyapun lebih cepat dibandingkan tanpa menggunakan katalis.

Dengan adanya penambahan bentonit panas yang diserap menjadikan lebih baik. Hal ini di karenakan bentonit mengandung Al_2O_3 memiliki konduktivitas thermal yang baik sehingga panas yang di serap menjadi lebih baik.

3.2. Hubungan campuran bentonit terhadap *volume gas(L)*.



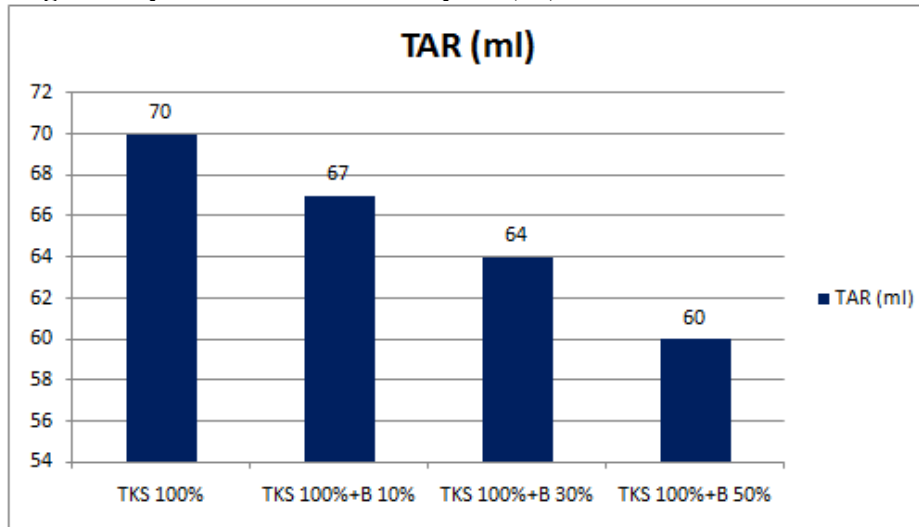
Gambar 3. Grafik hubungan campuran bentonit terhadap *volume gas(L)*

Dari grafik diatas dapat dilihat hasil percobaan dari penambahan katalis bentonit dan tanpa penambahan katalis bentonit pada suhu $700^{\circ}C$. Pada percobaan menunjukkan volume gas yang dihasilkan dengan penambahan bentonit volume gas yang di hasilkan lebih besar di bandingkan

tanpa bentonit. Volume gas optimum di hasilkan pada tandan kosong kelapa sawit tanpa katalis sebesar 51,055L, sedangkan dengan penambahan katalis 10% sebesar 56,858L, katalis dengan 30% sebesar 58,035L dan yang paling besar menggunakan katalis 50% sebesar 60,563L.

Hal ini sesuai dengan konsep *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. *Thermal cracking* pada percobaan kali ini bertujuan memutuskan rantai hidrokarbon panjang menjadi pendek dengan memanfaatkan bantuan panas. Sehingga semakin tinggi suhu yang digunakan maka gas yang dihasilkan semakin banyak. *catalytic cracking* pada percobaan kali ini di dapatkan dari penambahan bentonit dimana dengan penambahan bentonit gas yang di hasilkan menjadi lebih banyak.

3.3. Hubungan campuran bentonit terhadap tar (ml).



Gambar 4. Grafik hubungan campuran bentonit terhadap tar (ml).

Pada gambar 4. dapat diketahui produk yang dihasilkan selama gasifikasi tidak hanya berupa gas. Beberapa produk sampingan yang di hasilkan adalah tar. Tar yang paling besar di hasilkan pada persentase katalis 0% dengan adanya penambahan persentase jumlah katalis bentonit, tar yang dihasilkan semakin kecil. Semakin banyak jumlah katalis yang digunakan, tar yang dihasilkanpun semakin sedikit dapat terlihat pada gambar 4. Dimana tar yang paling besar itu pada tandan kosong kelapa sawit tanpa katalis sebesar 70ml sedangkan untuk 10%, 30% dan 50% sebesar 67ml, 64ml dan 60ml.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa grafik serta pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Laju pemanasan dengan penambahan bentonit lebih cepat dibandingkan tanpa bentonit.
2. Gas yang dihasilkan pada gasifikasi *updraft* tandan kosong kelapa sawit tanpa katalis sebesar 51,055L, sedangkan dengan penambahan katalis 10% sebesar 56,858L, katalis dengan 30% sebesar 58,035L dan yang paling besar menggunakan katalis 50% sebesar 60,563L..
3. Penggunaan bentonit dapat mempercepat reaksi dikarenakan bentonit memiliki kandungan Al_2O_3 yang memiliki konduktivitas panas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur, Syukri M. 2014. *Karakteristik Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Bioenergi*. PT. Insan Fajar Mandiri Nusantara. Bogor.
- [2] Netty Kamal. 2010. *Karakterisasi Dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit*

- [3] Zhang Fan, FanMaohong, HuangXinc, et al., *Catalytic gasification of a Powder River Basin coal with CO₂ and H₂ Omixtures.*, Science Direct journal, Fuel Processing Technology 161 (2017) 145–154
- [4] Slamet Raharjo. 2012. *Analisis Thermogravimetry Limbah Padat Kelapa .Sawit Dan Potensi Konversinya Menjadi Gas Bakar.* Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 9 (2) : 115-120
- [5] Wardana, ING. 2008. *Bahan Bakar Dan Teknologi Pembakaran.* PT. Danar Wijaya – Brawijaya University Press. Malang.
- [6] Beltrame, P. and Carniti, P., 1989, *Catalytic Degradation of Polymer: Part II– Degradation of Polyethylene*, *Polym. Deg. Stabil.*, 26, 209-220
- [7] Ishihara, Y., Nanbu, H., Saido, K., Ikemura, T., and Takesue, T., 1992 “*Mechanism for Gas Formation in Polyethylene Catalytic Decomposition*” *Nihon Univ., Coll. Sci. Technology, dep. Industrial Chemistry, Chiyoda-Ku, Tokyo 101, Japon*, vol. 33, no.16, pp. 3482- 3486. ISSN 0032-3861
- [8] Dou. et al. 2016. *In situ upgrading of pyrolysis biofuels by bentonite clay with simultaneous production of heterogeneous adsorbents for water treatment.* Department of Mechanical Engineering, Boston University, 110 Cummington Mall, Boston, MA 02215, United States
- [9] Dody Candra Kumara, Widya Wijayanti, Denny Widhiyanuriyawan ., 2015., “*Pengaruh Penggunaan Katalis (Zeolit) Terhadap Kinetic Rate Tar Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (Switenia Macrophylla)*”
- [10] Adimas Ranga Juliyono 2017. *Pengaruh Katalis Bentonit Terhadap Hasil Gasifikasi Updraft Cangkang Kelapa Sawit Pada Temperatur 550 °C, 650 °C, dan 750 °C*
- [11] Muhammad Reza P, Adhika Widyaparaga, et al., 2016. *Studi Eksperimental Gasifikasi Superkritis Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Produksi Gas Hidrogen dengan Katalis NiO/Al₂O₃-CaO.* National Symposium on The