

Study Reaktifiti Katalis Z-NI Terhadap Reaksi Katalitik Asap Cair Untuk Menghasilkan Biofuel

Cut Aja Rahmahwati¹, Salmyah², Said Aiyub³, Abdul Muhyi⁴, Halim Zaini⁵

^{1,2,5} Jurusan Teknik Kimia, ³Jurusan Teknik Elektro, ⁴Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹cutajarahmahwati@pnl.ac.id

Abstrak-Kekurangan energi dan pencemaran lingkungan telah menyebabkan keprihatinan yang signifikan secara global. Selain itu, akibat pertumbuhan populasi dan industri di dunia meningkat secara ekstensif, sehingga menyebabkan permintaan energi semakin meningkat. Bio-oil yang diperoleh dari proses pirolisis dan proses hidrotermal dipertimbangkan untuk dikonversi menjadi bio-fuel yang didukung oleh katalis tertentu. Dalam penelitian ini kami menggunakan katalis Z-Ni. Prosedur pelaksanaannya dibagi menjadi dua tahap. Pertama adalah tahap preparasi katalis dan berikutnya tahap reaksi katalitik. Katalis Zeolite diimpregnasi dengan larutan NiO yang konsentrasi divariasikan 1%, 2%, dan 3% b/v. Selanjutnya katalis dikalsinasi pada temperature 600 °C selama 6 jam. Kemudian dikarakterisasi dengan instrument XRD dan FT-IR. Berikut, dilakukan reaksi katalitik dengan merufluks asap cair bersama katalis pada temperature 120 °C selama 2 jam. Hasil reaksi tersebut didistilasi pada temperature 80 °C. Kemudian distilatnya dianalisa dengan menggunakan GC-MS. Hasilnya menunjukkan ada perubahan komposisi dari bahan baku asap cair dengan produk distilat yang dihasilkan.

Kata kunci: Bio-oil, bio-fuel, katalis, zeolite, distilat.

Abstract-Energy shortages and environmental pollution have caused significant global concern. In addition, due to population growth and industry in the world has increased extensively, causing the demand for energy to increase. Bio-oil obtained from the pyrolysis process and hydrothermal process is considered to be converted into bio-fuel supported by certain catalysts. In this study we used a Z-Ni catalyst. The implementation procedure is divided into two stages. The first is the catalyst preparation stage and the next is the catalytic reaction stage. Zeolite catalyst was impregnated with NiO solution with varying concentrations of 1%, 2%, and 3% w/v. Furthermore, the catalyst was calcined at a temperature of 600 oC for 6 hours. Then characterized by XRD and FT-IR instruments. Next, a catalytic reaction was carried out by refluxing of bio-oil with the catalyst at a temperature of 120 oC for 2 hours. The reaction product was distilled at a temperature of 80 oC. Then the distillate was analyzed using GC-MS. The results show that there is a change in the composition of the bio-oil raw material with the resulting distillate product.

Keywords Bio-oil, bio-fuel, catalyst, zeolite, distillate.

I. PENDAHULUAN

Kekurangan energi dan pencemaran lingkungan telah menyebabkan keprihatinan yang signifikan secara global. Karena pertumbuhan populasi dan industri di dunia meningkat secara ekstensif, sehingga menyebabkan permintaan energi semakin meningkat (Johannes Schmid dkk., 2011). Menipisnya sumber bahan bakar fosil dan meningkatnya permintaan dari industri dan transportasi, sehingga undang-undang lingkungan telah menyerukan pengembangan sumber bahan bakar terbarukan dan bersih untuk memastikan keamanan energi di seluruh dunia (Arivalagan Pugazhendhi dkk., 2020).

Asap cair yang berasal dari biomassa merupakan sumber bahan baku energi bersih dan terbarukan yang berpotensi sebagai pengganti bahan bakar konvensional (bensin dan solar) (Jicong Wang dkk., 2015). Berbagai upaya telah dilakukan dalam mencari bahan bakar alternatif lain dari sektor non-pangan (Rizanti Fadilah Azzahra & Meiliani., 2021). Potensi Biomassa di Indonesia sangat melimpah, dengan berbagai jenis biomassa yang terdapat di Indonesia, membuat biomassa berperan penting dalam proses pembentukan energi terbarukan.

Limbah biomassa merupakan sumber energi dan bahan baku produk lainnya yang cukup besar potensinya untuk diolah lebih lanjut. Beberapa limbah biomassa yang potensial untuk bahan baku adalah tempurung kelapa, sampah organik, jerami, cangkang kopi, cangkang sawit. Hasil olahan dari limbah biomassa tersebut dapat digunakan untuk konversi energi, material komposit, bahan bakar briket, bahan pengawet berupa asap cair dan lainnya (Sugeng Slamet & Taufik Hidayat, 2015).

Biomassa dapat diubah menjadi bio-gasoline melalui proses thermal (pirolisis, proses hidrothermal, dan proses hidrogenasi) dimana tantangan utama yang dihadapi adalah meng-upgrade bio-oil menjadi bio-fuel (N.S. Shamsul dkk., 2017). Biofuel dianggap sebagai sumber energi alternatif yang efisien karena emisi gas rumah kaca yang rendah, tidak beracun, dan biodegradabilitas (Satoshi Sugauma & Naonobu Katada., 2020). Pirolisis dan proses hidrotermal (N.S. Shamsul dkk., 2017), mampu membentuk biofuel dari biomassa.

Bio-oil yang diperoleh dari reaksi hidrotermal menunjukkan potensi yang tinggi untuk menjadi bahan bakar (solar dan bensin) karena bio-oil mengandung cairan organik hidrofobik dengan kandungan oksigen tereduksi dan densitas energi yang tinggi (Kubilya Tekin dkk., 2014). Hasil bio-oil yang diperoleh dan nilai kalor yang tinggi dari bio-oil dipertimbangkan untuk konversi menjadi biogasoline yang didukung oleh katalis tertentu (Ankush B. Bindwal dkk., 2012). Konversi bio-oil menjadi biofuel didukung dengan menggunakan beberapa katalis seperti SiO₂/Al₂O₃ and HZSM-5(zeolite) (Dmitri A. Bulusheva, b & Julian R.H. Ross., 2011).

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Bahan baku penelitian yang digunakan adalah asap cair dari kulit kopi. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit alat reactor batch dan satu unit alat destilasi.

B. Prosedur penelitian

1. Preparasi katalis
 - a. Penyeragaman ukuran zeolite (1,18 mm)
 - b. Dilakukan impregnasi dengan larutan nikel oxide (NiO) dengan konsentrasi 1%, 2%, dan 3%
 - c. Disaring dan dikeringkan di dalam oven pada temperatur 120 °C.
 - d. Dilakukan pengujian dengan TGA untuk mengetahui temperature degradasi;
 - e. Sampel dikalsinasi pada temperature 600 °C (sesuai hasil TGA).
 - f. Katalis di karakterisasi dengan XRD, dan FTIR;
2. Tahap reaksi
 - a. Sebanyak 150 ml asap cair dimasukkan kedalam labu leher 2
 - b. Kemudian dimasukkan 50 gr katalis
 - c. Direfluks pada temperature 120 °C.
 - d. Setelah direfluks dilakukan proses destilasi untuk mendapatkan produk yang lebih unggul.
3. Tahap analisa produk

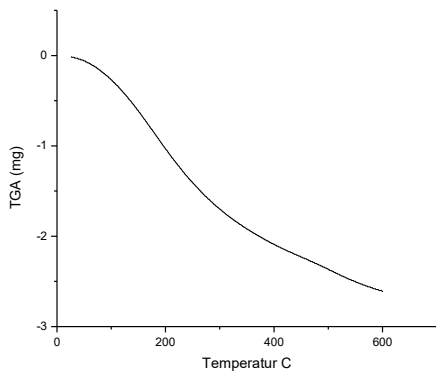
produk hasil reaksi dianalisa komposisinya dengan menggunakan GC-MS

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian ini dibagi ke dalam 2 tahap, yaitu tahap preparasi katalis dan tahap reaksi katalitik:

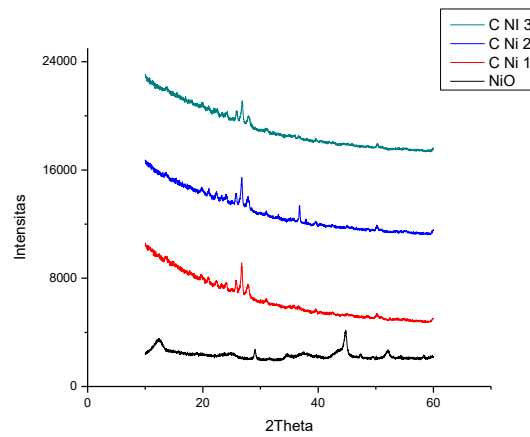
1. Tahap Preparasi katalis.

Bahan dasar katalis yang digunakan adalah Zeolite alam dan diaktifkan dengan NiO. Aktivator (NiO) dilarutkan dengan asam asetat (CH₃COOH) dengan konsentrasi 1% b/v, 2% b/v, dan 3% b/v. Larutan ini digunakan untuk proses impregnasi terhadap Zeolite. Hasil impregnasi ini diuji temperature degradasi dengan instrument TGA. Hasil yang diperoleh seperti Gambar 3.1.



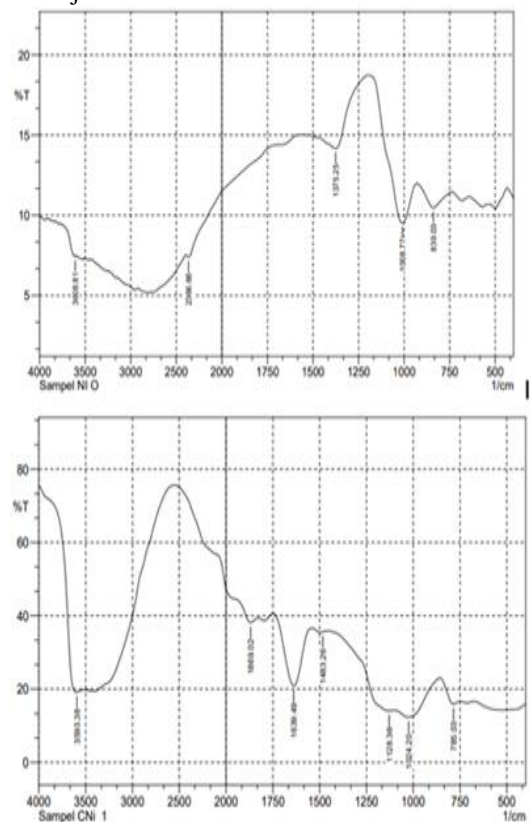
Gambar 3.1. Signal Thermal Gravimetry Analysis

Berdasarkan data tersebut, maka katalis dikalsinasi pada temperature 600 °C selama 2 jam. Hasil kalsinasi ini selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan instrument XRD dan FTIR. Gambar 3.2 dan 3.3 berturut-turut adalah pola dari hasil dengan XRD dan FTIR.



Gambar 3.2. Pola XRD pada berbagai konsentrasi activator

Pola XRD ini menunjukkan kristalinitinya sempurna. Peak-peaknya muncul pada 2θ yang rendah yaitu antara 25 dan 30. Hal ini menunjukkan bahwa katalis ini reaktif.



Gambar 3.3. Pola FTIR katalis pada konsentrasi aktivator 3%.

Pola FTIR katalis dengan konsentrasi aktivator 3% menunjukkan ada kesamaan dengan pola FTIR NiO murni. Ini membuktikan bahwa katalis tersebut sudah aktif dengan NiO. Dengan menggunakan katalis-katalis yang sudah diaktifasi tersebut, maka dilakukan proses reaksi katalitik. Produk hasil reaksi diuji dengan instrument GC-MS. Hasil yang diperoleh seperti pada Tabel 3.1

Table 3.1 Hasil analisa dari GC-MS dari sampel NiZ 1.

Peak #	R. Time	Area	Area%	Height	Height %	A/H	Name
1	2,96	109148	0,81	9668	0,49	11,29	1,3-Hexadiene, 2,5-dimethyl-
2	3,581	1442498	10,72	107430	5,45	13,43	Phenol
3	4,367	1151351	8,56	119540	6,06	9,63	Phenol, 2-methyl-
4	4,613	1151025	8,56	156949	7,96	7,33	Phenol, 3-methyl-
5	4,725	1037905	7,72	122523	6,21	8,47	Megumol
6	5,336	2273023	16,9	110150	5,58	20,64	Phenol, 2,5-dimethyl- (CAS) 2,3-Xylenol
7	6,077	826695	6,15	88191	4,47	9,37	Creosol
8	6,696	185223	1,38	28585	1,45	6,48	Phenol, 2-ethyl-5-methyl-
9	7,216	297963	2,21	49460	2,51	6,02	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-
10	8,947	411008	0,31	8177	0,41	5,03	alfa-Copaene
11	9,677	110579	0,82	23269	1,18	4,75	Seychellene
12	9,88	225210	1,67	42785	2,17	5,26	7-epi-cis-sesquibabinene hydrate
13	10,298	166794	1,24	24185	1,23	6,9	GERMACRENE-D
14	10,913	119357	0,89	10733	0,54	11,12	2,3,3-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-cyclohexanone
15	11,252	61229	0,46	16855	0,85	3,63	CYCLOHEPTAN, 4-METHYLEN-1-METHYL-2-(2-METHYL-1-PROPEN-1-YL)-1-VINYL- (HUMULEN-"V
16	11,718	70638	0,53	12487	0,63	5,66	2-Naphthalenol, 2,3,4,4a,5,6,7-octahidro-1,4a-dimethyl-7-(2-hydroxy-1-methylethyl)
17	12,037	241470	1,79	57439	2,91	4,2	POGOSTOL
Peak #	R. Time	Area	Area%	Height	Height %	A/H	Name
18	12,141	3318843	24,67	876813	44,46	3,79	1(2H)-Naphthalenone, octahidro-4a,8a-dimethyl-7-(1-methylethyl), [4aR-(4a.alpha.,7.beta.,8a.alpha.)]
19	12,631	172988	1,29	24368	1,24	7,1	1H-Cycloprop[<i>e</i>]azulen-4-ol, decahidro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-(4-(2',6',6'-TRIMETHYLCYCLOHEX-1'-EN-1'-YL)BUTAN-2-OL
20	14,134	72341	0,54	9049	0,46	7,99	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) METHYL 14-METHYL-PENTADECANOATE
21	14,938	133773	0,99	22718	1,15	5,89	Hexadecanoic acid, ethyl ester (CAS) Ethyl palmitate
22	15,613	96520	0,72	19404	0,98	4,97	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester
23	16,603	147046	1,09	31518	1,6	4,67	
		13452727	100	1972296	100		

Sumber: Lab. Universitas Syiah Kuala

Table 3.2 Hasil analisa dari GC-MS dari sampel NiZ 3.

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height %	A/H	Name
1	5,945	1243881	4,25	90512	0,7	13,74	Phenol (CAS) Izal
2	7,503	1843525	6,30	93738	0,73	19,67	Phenol, 2-methyl- (CAS) o-Cresol
3	8,563	362537	1,24	60170	0,47	6,03	Phenol, 2,4-dimethyl-
4	12,259	227918	0,78	118166	0,92	1,93	4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahidro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]
5	12,300	230870	0,79	122912	0,95	1,88	1-Pentadecene
6	12,930	407276	1,39	218688	1,7	1,86	alpha-Guaniene
Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height %	A/H	Name
7	13,025	954136	3,26	513210	3,99	1,86	Seychellene
8	13,224	1006052	3,44	335303	2,6	3,00	1-CYCLOHEPTEN, 1,4-DIMETHYL-3-(2-METHYL-1-PROPEN-1-YL)-4-VINYL- (GAMMA-HUMULEN-"
9	13,590	237807	0,81	116804	0,91	2,04	1-Pentadecene
10	13,680	347973	1,19	88885	0,69	3,91	(+)-Aromadendrene
11	13,756	580637	1,98	244237	1,9	2,38	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl), [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.alpha.)]
12	14,631	376461	1,29	172590	1,34	2,18	Caryophyllene oxide
13	14,812	247819	0,85	117946	0,92	2,10	1-Heptadecene
14	14,933	303865	1,04	153477	1,19	1,98	2-methyltetraacosane
15	15,108	216759	0,74	115116	0,89	1,88	VERIDIFLOROL
16	15,431	916152	3,13	421461	3,27	2,17	POGOSTOL
17	15,548	18049544	61,64	9117664	70,83	1,98	1(2H)-Naphthalenone, octahidro-4a,8a-dimethyl-7-(1-methylethyl), [4aR-(4a.alpha.,7.beta.,8a.alpha.)]
18	15,966	468418	1,60	154976	1,2	3,02	1-Tetraecanol
19	16,021	330095	1,13	143633	1,12	2,30	ACETIC ACID 5-ISOPROPYL-SA,10A-DIMETHYL-4,6-DIOXO-HEXADECACAHYDRO-DICYCLOPENTA[A,F
20	16,080	256563	0,88	119128	0,93	2,15	Heneicosane
21	17,070	232519	0,79	130182	1,01	1,79	1-Nonadecene
22	17,172	195842	0,67	101203	0,79	1,94	Octadecane
23	18,116	244423	0,83	123075	0,96	1,99	9-Tricosene, (Z)-
		29281072	100	12873076	100		

Sumber: Lab. Universitas Syiah Kuala

IV. Kesimpulan

1. Katalis Z-Ni reaktif untuk mengkonversikan asap cair menjadi produk lain.
2. Dalam Penelitian ini bio-gasoline yang diharapkan belum sempurna terbentuk.
3. Konsentrasi Activator sangat berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan

REFERENSI

- [1] Ankush B. Bindwal, Atul H. Baria and Prakash D. Vaidya, 2012, Kinetics of low temperature aqueous-phase hydrogenation of model bio-oil compounds, Chemical Engineering Journal.
- [2] Arivalagan Pugazhendhia, Avinash Alagumalai, Thangavel Mathimani , and A.E. Atabani, 2020, Optimization, kinetic and thermodynamic studies on sustainable biodiesel production from waste cooking oil: An Indian perspective, Fuel.
- [3] Asmawit dan Hidayati, 2016, The Characteristics Of Liquid Smoke Destilat From Oil Palm Empty Fruit Bunches In The Process Redistilled, Majalah Biom.
- [4] Dmitri A. Bulushev and Julian R.H. Ross, 2011, Catalysis for conversion of biomass to fuels via pyrolysis and gasification: A review, Catalysis Today.
- [5] Kubilay Tekin , Selhan Karagöz , and Sema Bektaş, 2014, A review of hydrothermal biomass processing, Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [6] Jicong Wang and etc., 2015, Preparation of jet fuel range hydrocarbons by catalytic transformation of bio-oil derived from fast pyrolysis of straw stalk, Energy.
- [7] Johannes Schmidt, Viktoria Gass, and Erwin Schmid, 2011, Land use changes, greenhouse gas emissions and fossil fuel substitution of biofuels compared to bioelectricity production for electric cars in Austria, ScienceDirect.
- [8] N.S. Shamsul , S.K. Kamarudin and N.A. Rahman, 2017, Conversion of bio-oil to bio gasoline via pyrolysis and hydrothermal: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [9] Rizanti Fadilah Azzahra and Meiliani, 2021, Production Of Bioethanol From Coffee Skin Waste As Alternative Fuel, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jurnal Kinetika Vol. 12, No. 02 (Juli 2021) : 58-63
- [10] Satoshi Sugauma and Naonobu Katada, 2020, Innovation of catalytic technology for upgrading of crude oil in petroleum refinery, Fuel Processing Technology.
- [11] Sugeng Slamet dan Taufiq Hidayat, 2015, Studi Eksperimen Pemilihan Biomassa Untuk Memproduksi Gas Asap Cair (Liquid Smoke Gases) Sebagai Bahan Pengawet, Jurnal SIMETRIS, Vol 6 No 1 April 2015 ISSN: 2252-4983.