

PELUANG PEMANFAATAN PANAS BUANG GASIFIKASI UNTUK PRODUKSI BIODIESEL SECARA NON-KATALITIK

Armansyah H. Tambunan dan Y. Aris Purwanto*

*Bagian Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, FATETA-IPB

Email : ahtambun@ipb.ac.id

ABSTRAK

Pembuatan biodiesel secara non-katalitik merupakan alternatif proses yang sedang diteliti untuk menghindari penggunaan katalis, peningkatan efisiensi proses dan penurunan biaya produksi. Proses non-katalitik yang sedang dikembangkan adalah metoda kolom gelembung (bubble column), yang memerlukan kondisi suhu operasi yang lebih tinggi dari proses katalitik. Paper ini membahas proses produksi biodiesel secara non-katalitik dan peluang pemanfaatan panas dari proses gasifikasi sebagai input energi panasnya.

A. PENDAHULUAN

Pemerintah telah mencanangkan pengembangan dan implementasi bahan bakar nabati (BBN) yaitu biodiesel dan bioetanol bukan hanya untuk menanggulangi krisis energi tetapi juga sebagai salah satu solusi untuk memperkuat ekonomi masyarakat. BBN memenuhi dua syarat utama sebagai sumber energi baru, yaitu 1) tidak menciptakan ketergantungan; karena bahan baku BBN dapat dibudidayakan di bumi Indonesia, dan 2) ramah lingkungan. Biodiesel didefinisikan sebagai monoalkil-ester dari asam lemak rantai panjang yang terkandung pada minyak nabati, atau lemak hewani, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin disel. Proses pembuatan biodiesel secara komersial dibedakan menjadi dua, yaitu (1) transesterifikasi dengan katalis basa untuk bahan umpan berkandungan FFA rendah, dan (2) esterifikasi dengan katalis asam untuk bahan umpan berkandungan FFA tinggi (>5%).

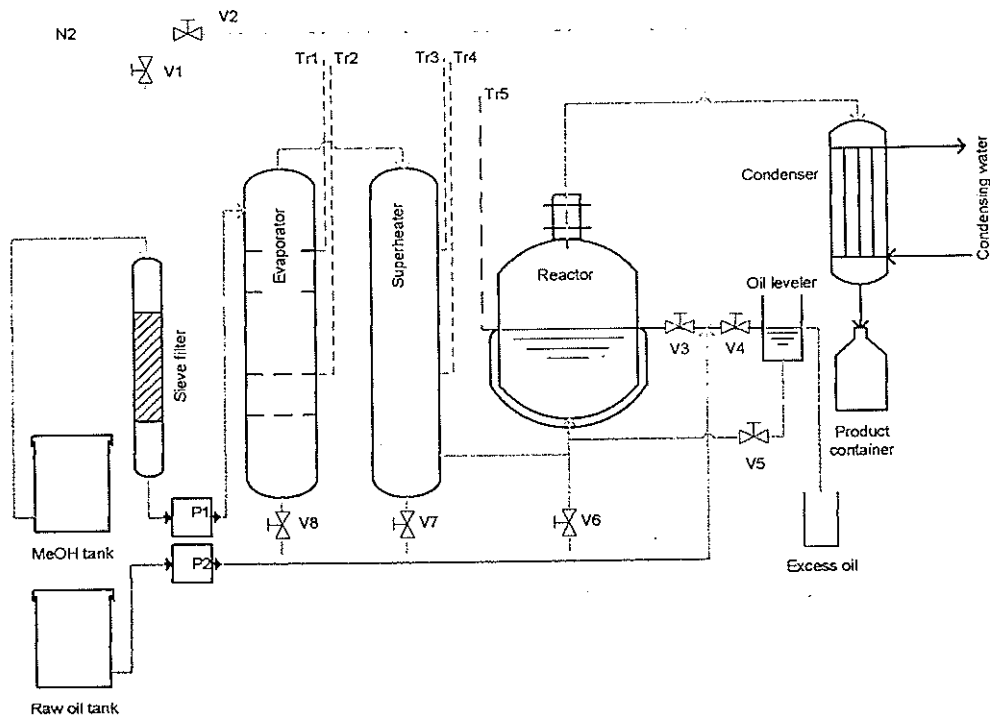
Pemisahan katalis dari biodiesel yang dihasilkan merupakan salah satu masalah yang selalu dihadapi pada proses pembuatan biodiesel secara katalitik. Oleh sebab itu, berbagai penelitian telah dilakukan untuk menemukan proses pembuatan biodiesel tanpa menggunakan katalis (non-katalitik). Pada pembuatan biodiesel non-katalitik ini, diperlukan kondisi operasi pada kombinasi suhu dan tekanan tertentu. Paper ini membahas proses produksi biodiesel secara non-katalitik dan peluang pemanfaatan panas dari proses gasifikasi sebagai input energi panasnya.

B. PRODUKSI BIODIESEL NON-KATALITIK

Keunggulan proses non-katalitik pada proses produksi biodiesel adalah tidak memerlukan pemisahan dan pemurnian produk sehingga proses menjadi lebih sederhana dan ramah lingkungan. Disamping itu, pada proses non-katalitik, reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung dalam satu reaktor sehingga bahan umpan yang digunakan tidak memerlukan proses refining atau pra-esterifikasi meskipun memiliki kandungan FFA tinggi. Akan tetapi, proses non-katalitik memerlukan rasio metanol terhadap umpan yang lebih tinggi, serta suhu dan tekanan operasi yang tinggi. Meskipun demikian, secara keseluruhan, proses non-katalitik dapat menurunkan biaya produksi hingga mendekati 50% dari proses katalitik (Nabetani, 2006). Optimasi proses dan pemanfaatan sumber energi non-komersial untuk pemanasan (peningkatan suhu) pada reaktor non-katalitik diharapkan dapat lebih meningkatkan kelayakannya, khususnya untuk produksi skala kecil-menengah.

Penelitian mengenai proses pembuatan biodiesel non-katalitik saat ini berkembang ke dua metoda, yaitu metoda metanol superkritik (*supercritical methanol*) dan metoda kolom gelembung (*bubble column*). Metoda metanol superkritik umumnya dilakukan pada suhu 350-500 °C dan tekanan 19-105 MPa, meskipun beberapa peneliti masih berusaha untuk mendapatkan suhu dan tekanan operasi yang lebih rendah. Penerapan tekanan tinggi seperti ini akan menyebabkan biaya investasi yang tinggi dan masalah keamanan proses, khususnya jika diterapkan pada industri skala kecil dengan skill operator yang tidak memadai.

Metoda kolom gelembung adalah metoda lain dari proses non-katalitik yang beroperasi pada tekanan normal (1 atmosfer) dan suhu 250-310 °C. Bagan skematik peralatan untuk proses pembuatan biodiesel secara non-katalitik dengan metoda kolom gelembung ditunjukkan pada Gambar 1. Metanol (MeOH) yang dialirkan ke reaktor berada pada kondisi lewat jenuh (*superheated*) sehingga membentuk gelembung pada saat melalui minyak umpan dan mengalami reaksi di reaktor. Untuk itu, diperlukan panas untuk menguapkan MeOH di *evaporator* dan melewati-jenuhkannya di *superheater*. Suhu operasi di reaktor sama dengan suhu MeOH yang keluar dari *superheater* (250-310 °C), sedangkan suhu MeOH di *evaporator* dapat lebih rendah. Gelembung yang terjadi di reaktor sekaligus berfungsi sebagai pengaduk sehingga reaksi transesterifikasi yang diharapkan dapat berlangsung merata.



Gambar 1. Bagan alir peralatan proses pembuatan biodiesel non-katalitik dengan metoda kolom gelembung

Ringkasan hasil penelitian transesterifikasi minyak sawit secara non-katalitik dengan metoda kolom gelembung ditunjukkan pada Tabel 1. Peningkatan suhu reaksi pada kisaran 250-290 °C dapat meningkatkan *yield* maupun konversi (α) minyak sawit ke Biodiesel.

Table 1. Ringkasan hasil penelitian transesterifikasi minyak sawit (Joelianingsih, *et al.*, 2007)

T (°C)	T (min)	Composition in the reaction product (% w/w)				Composition of liquid in the reactor (% w/w)				α (%mol)	Yield (%w/w)
		ME	MG	DG	TG	ME	MG	DG	TG		
250	60	74.67	2.29	4.48	18.56	0.17	0.00	6.76	93.07	4.03	1.25
	180	93.64	1.29	2.26	2.81	1.18	1.34	16.39	81.08	28.04	10.96
	300	95.17	2.19	1.50	1.15	2.52	0.31	18.50	78.67	55.07	27.43
270	60	77.93	4.09	8.27	9.71	0.00	0.33	7.40	92.27	5.52	1.89
	180	92.40	2.55	3.21	1.85	1.09	0.57	20.11	78.23	38.55	16.77
	300	92.61	2.59	3.97	0.84	1.81	0.56	25.93	71.71	68.27	40.36
290	60	80.04	4.35	7.36	10.16	0.00	0.00	7.11	92.89	6.61	2.71
	180	87.35	8.12	7.88	2.94	0.36	0.69	21.04	77.91	46.51	19.73
	300	87.47	8.48	9.39	1.59	1.82	0.00	30.36	67.82	74.53	45.93

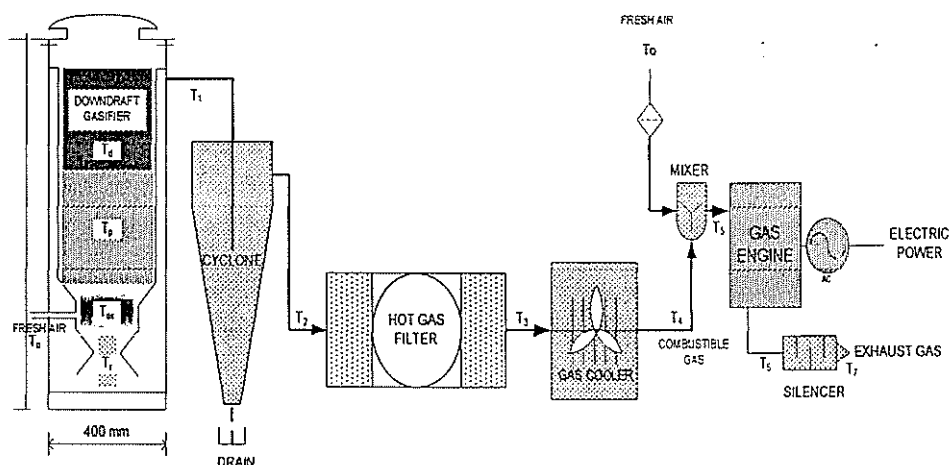
Dalam hal ini, produksi Biodiesel dengan metoda kolom gelembung membutuhkan energi untuk pemanasan, yang merupakan bagian yang cukup besar dari biaya produksi. Pemanfaatan panas buang untuk pemanasan di evaporator, superheater, dan reactor diharapkan dapat meningkatkan rasio

energi (perbandingan energi luaran dengan energi asupan), serta biaya operasi pembuatan Biodiesel secara non-katalitik dengan metoda kolom gelembung ini.

C. PELUANG PEMANFAATAN PANAS BUANG GASIFIKASI

Saat ini Bagian (Laboratorium) Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, IPB sedang melakukan kajian pemanfaatan panas buang sistem gasifikasi biomassa untuk penyediaan kebutuhan panas pada proses pembuatan biodiesel non-katalitik. Gambar 2 menunjukkan bagan alir sistem gasifikasi unggun tetap aliran ke bawah. Hasil penelitian gasifikasi biomassa dengan umpan sekam padi mampu menghasilkan tenaga listrik di sisi terminal generator sebesar 100 kW dengan konsumsi pemakaian sekam spesifik padi di bagian terminal generator adalah 1,84 kg/kW-jam. Untuk umpan kayu ramin, kapasitas 40 kW, dengan konsumsi pemakaian kayu spesifik di bagian terminal genertor adalah 1,56 kg/kW-jam (Gaos, *et al.*, 2007).

Suhu luaran dari berbagai titik pada sistem gasifikasi tersebut, pada berbagai tenaga generator ditunjukkan pada Tabel 2. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa suhu panas buang dari reaktor gasifier dapat mencapai 400 °C, sehingga dengan peralatan *heat exchanger*, panas buang dapat digunakan sebagai sumber panas untuk superheater dan rekator pada mesin produksi biodiesel secara non-katalitik dengan metoda kolom gelembung. Sementara itu, panas dari gas buang mesin dapat dimanfaatkan untuk evaporasi metanol sebelum proses pelewat-jenuhan. Integrasi sistem gasifikasi dengan produksi biodiesel secara non-katalitik dengan metoda kolom gelembung ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses dan menurunkan biaya produksi biodiesel. Disamping itu, integrasi ini juga diharapkan dapat menghasilkan proses produksi yang bersifat *stand-alone*, karena gas hasil gasifikasi dapat juga digunakan untuk membangkitkan listrik yang juga diperlukan di bagian lain proses tersebut. Integrasi ini diharapkan akan sangat bermanfaat pada industri pembuatan biodiesel skala kecil dan menengah.



Gambar 2. Bagan alir sistem gasifikasi unggun tetap aliran ke bawah

Tabel 2. Suhu gas pada berbagai titik pengukuran gasifier unggun tetap aliran ke bawah (Gaos, *et al.*, 2007)

Gasifier: Downdraft Gasifier					
Diesel: Deutz, F10L-413					
Generator: Nippon Saryo, NEA 1314					
TIME	TEMPERATURE, (°C)				
	Reactor Outlet	Filter Outlet	Cyclone Outlet	Engine Inlet	Exhaust Gas
Power at Generator: 50 kW					
11.55	210	38,3	32,0	32	160,5
12.10	250	41,3	33,4	33	161,5
12.25	265	42,0	34,4	33	170,2
12.40	293	42,5	36,3	34	173,1
12.55	279	38,2	34,0	33	167,5
Power at generator: 75 kW					
09.45	175	34,0	31,6	4,0	213,5
10.00	268	36,9	32,9	33,0	222,9
10.15	308	39,2	31,4	33,0	238,8
10.30	323	42,8	32,5	33,0	235,0
10.45	320	45,0	34,8	33,5	240,0
Power at generator: 100 kW					
15.20	377	46,3	36,2	33,0	298
15.35	395	49,3	40,0	35,0	329
15.50	425	51,5	43,4	33,4	297
16.05	435	53,0	45,5	33,5	300
16.20	398	55,0	46,5	34,0	315

PENUTUP

Rancangan gasifier yang dikembangkan di Bagian Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Pertanian IPB mampu menghasilkan panas sampai 400 °C. Panas yang dihasilkan ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber panas untuk proses produksi biodiesel secara non-katalitik melalui penambahan

heat exchanger. Rancangan terintegrasi antara unit alat pengolahan biodiesel secara non-katalitik dan unit gasifier dapat dimanfaatkan sebagai unit produksi biodiesel untuk suatu kawasan yang bersifat *stand alone*.

PUSTAKA

- Gaos, Y.G., A.H. Tambunan, K. Abdullah, Prawoto, 2007, Analisis energi dan sebaran suhu pada gasifier unggun tetap, Makalah Seminar, Sekolah Pascasarjana IPB
- Joelianingsih, A.H. Tambunan, H. Nabetani, Y. Sagara, K. Abdullah, 2006, Perkembangan proses pembuatan Biodiesel sebagai bahan bakar nabati (BBN), *Jurnal Keteknik Pertanian*, Vol.20 (3), pp.197-204
- Joelianingsih, H. Maeda, S. Hagiwara, H. Nabetani, Y. Sagara, T.H. Soerawidjaya, A.H. Tambunan, K. Abdullah, 2007, Biodiesel fuels from palm oil via the non-catalytic transesterification in a bubble column reactor at atmospheric pressure: a kinetic study, *Renewable Energy* (submitted for publication)
- Kusdiana, D., S. Saka, 2001, Kinetics of transesterification in rapeseed oil to biodiesel fuel as treated in supercritical methanol, *Fuel*, Vol.80, pp.693-698
- Nabetani, H., 2006, Development of non-catalytic reaction process for production of biodiesel fuel, Paper presented at The Third Biomass Asia Symposium, Tsukuba, Japan
- Tambunan, A.H., 2006, Biodiesel development in Indonesia, Paper presented at Open Seminar of The University of Tokyo, Japan