



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1995 sebesar 15,84 juta kiloliter (ton), tahun 2000 sebesar 21,39 juta kiloliter, tahun 2005 sebesar 27,05 juta kiloliter dan pada tahun 2011 sebesar 39,23 juta kiloliter. Pada tahun 2000, produksi BBM khususnya solar adalah 15,99 juta kiloliter dan kebutuhan domestik adalah 21,46 juta kiloliter, sehingga terdapat kekurangan suplai solar sebesar 6,25 jutaan kiloliter yang pengadaannya diperoleh dari impor. Permasalahan yang ditimbulkan pada pemakaian minyak bumi ialah karena sifatnya yang tidak dapat dipulihkan atau diperbarui (*non – renewable*) (Wibowo, 2013). Pada Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 menyatakan bahwa Indonesia akan memberikan porsi sebesar 17 % untuk Energi Baru Terbarukan (EBT) dan memuat rencana pengelolaan energi hingga tahun 2025. Salah satu cabang dari EBT adalah bioenergi. Bioenergi merupakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi seperti bensin dan solar. Salah satu bioenergi yang berpotensi dikembangkan adalah *Bio-oil* (Wibowo dkk, 2017).

Bio Oil adalah bahan bakar cair berwarna gelap, mempunyai aroma seperti asap dan diproduksi dari biomassa hasil pertanian dan perhutanan melalui teknologi pirolisis. Selain itu, bio-oil merupakan oxygenated molecule dan larut dalam air (*water soluble*). Selain itu, bio-oil dapat menjadi alternatif bahan bakar hidrokarbon dalam sebuah industri, semisal untuk mesin pembakaran, boiler, mesin diesel statis dan gas.

Bahan baku yang dapat digunakan sebagai bio oil adalah bahan yang mengandung selulosa dan lignin. Bahan – bahan tersebut seperti kayu, kulit kayu, kertas, bagas dan bahan lainnya. Untuk bahan yang mengandung selulosa tinggi seperti kertas, dapat menghasilkan bio oil yang berkisar antara 75 -93 %. Sedangkan bahan yang mengandung lignin tinggi seperti kulit kayu, cenderung menghasilkan bio oil lebih rendah yang berkisar antara 60 – 65%. Bahan baku yang prespektif di



Indonesia yaitu bagas, serbuk kayu gergaji dan tandan kosong kelapa sawit (Hambali dkk, 2007).

Menurut Saputra *et al* (2007) limbah pertanian kelapa sawit bertambah pesat dan berpotensi lebih besar dibandingkan dengan batang karet, kelapa dan tebu. Hal itu dikarenakan Indonesia merupakan negara kedua yang memiliki perkebunan kelapa sawit terbesar sehingga menghasilkan limbah pada sawit yang juga sangat banyak. Limbah padat sawit yang dihasilkan dapat berupa cangkang, batang, tandan kosong, pelepah dan lain – lain.

Tandan kosong kelapa sawit adalah limbah terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. Jumlah tandan kosong berkisar 30 – 35 % dari berat tandan buah segar setiap panen nya. Tandan kosong ini mengandung selulosa dan lignin. Selulosa yang terkandung berkisar antara 54 – 60 % dan lignin yang terkandung berkisar antara 22 – 27 % (Hambali *et al*, 2007).

Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, maka perlu didirikan pabrik bio-oil dengan alasan sebagai berikut :

- a. Mengurangi limbah kelapa sawit yang setiap tahun nya jumlahnya terus meningkat.
- b. Meningkatkan jumlah angka ekspor di Indonesia.
- c. Membuka lapangan kerja baru bagi penduduk sekitar pabrik sehingga menurunkan angka pengangguran.

Penggunaan bio oil terdapat berbagai macam fungsi dikehidupan masyarakat saat ini. Bio oil dapat di manfaatkan menjadi 2 aspek yaitu sebagai pembangkit panas dan alat transportasi.

- a. Pembangkit Panas

Penggunaan bio oil pada pembangkit panas ini pada umumnya mempunyai beban yang sangat berpengaruh pada tingkat konsumsi BBM tiap jam nya. Effisiensi yang dihasilkan berkisar antara 10 % dari pemakaian normal BBM dan menghasilkan kurang lebih 30% dari total jumlah penghematan biaya. Adapun jenis-jenis pada mesin diesel pembangkit panas adalah pembangkit listrik tenaga diesel atau yang biasanya dikenal dengan genset, bahan bakar untuk burner dan juga boiler.



b. Alat Transportasi

Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan, bahwa bio oil sebagai bahan bakar dapat digunakan sebesar 15 km / liter. Adapun jenis-jenis mesin diesel yang digunakan pada media transportasi ini ialah seperti bus, truk, kereta api diesel dan juga kapal laut.

I.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.2.1 Bahan Baku

1) Limbah Padat Kelapa Sawit

Limbah Padat Kelapa Sawit yaitu berupa Tandan Kosong merupakan kumpulan serat yang tertinggal setelah memisahkan buah dari tandan buah segar yang telah disterilkan. Harganya murah, dapat terdekomposisi, tidak beracun, dan merupakan serat alami yang digunakan secara luas. Tandan kosong kelapa sawit merupakan material alami yang mengandung filament yang tebal dan kasar. Tandan Kosong digunakan sebagai bahan mentah pada berbagai aplikasi termasuk pembangkit listrik, formulasi komposit, dan industri pembuatan kertas dan water retting. water retting merupakan proses yang paling sering digunakan diantara mekanik lebih ramah lingkungan, dimana metode lain mencemari air.

Serat kelapa sawit memiliki sifat yang keras dan kuat. Pori – pori pada permukaan serat kelapa sawit memiliki rata – rata diameter sebesar 0.07m. Morfologi permukaan pori ini sangat berguna untuk meningkatkan ikatan mekanik dengan resin matriks jika digunakan pada pembuatan komposit .Struktur permukaan berpori memfasilitasi penyusupan air ke dalam serat melewati pembuluh, terutama ketika tak terlindung dari air . Dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit terdapat selulosa, lignin, dan hemiselulosa sebagai komponen utama. Senyawa yang paling banyak terkandung dalam serat kelapa sawit adalah selulosa, lignin, hemiselulosa, dan holoselulosa. Holoselulosa dan hemiselulosa memiliki struktur kimia yang sama dengan selulosa tetapi



memiliki sifat yang sama dengan lignin. Selulosa berfungsi untuk membentuk pori pada komposit. Sehingga struktur utama dari serat kelapa sawit terdiri dari Lignin dan selulosa.

Tabel 1. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komponen	Presentase
Lignin	36,51%
Hemiselulosa	19,21%
Selulosa	33,61%
Air	9%
Abu	1,61%

(Maryono *et al*, 2013)

2) Nitrogen

- a. Molekul : N_2
- b. Berat Molekul : 28.01 g/mol
- c. Warna : Tidak berwarna atau putih
- d. Fasa : Gas atau kristal kubik
- e. Specific Gravity : 1.026 (cair)
- f. Titik Lebur : $-209.86\text{ }^{\circ}\text{C}$
- g. Titik Didih : $-195.8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- h. Kelarutan : 2.35 g/cc (air dingin)
1.55 g/cc (air panas)
- i. Sedikit larut dalam 95% etil alkohol

(Perry 8ed; T. 2-1)

3) Air

- a. Rumus Molekul : H_2O
- b. Berat Molekul : 18,02 g/ mol
- c. Warna : Tidak Berwarna
- d. Fase : Cair
- e. Densitas : 1
- f. Titik Lebur : 0°C



g. Titik Didih : 100° C

(Perry 8ed; T.2-1)

I.3 Produk

I.3.1 Produk Utama

1) Bio Oil

Bio oil adalah bahan bakar cair atau gas yang terbuat dari biomassa seperti pertanian limbah perkotaan, produk sampingan dari hasil pertanian maupun kehutanan melalui proses biokimia atau termokimia. Bio oil terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen serta kandungan nitrogen dan sulfur. Kandungan nitrogen dan sulfur pada bio oil sangatlah sedikit sehingga dua kandungan ini biasanya dihilangkan karena tidak begitu berarti kegunaannya. Sedangkan, komponen organik terbesar yang terkandung dalam bio oil adalah lignin, alkohol, asam organik, serta karbonil.

Bio oil terdiri atas campuran uap organik seperti asam, alkohol, aldehid, eter, ester, keton, furan, fenol, asetaldehid, butanedion, metanol dan hidrokarbon. Adapun sifat fisika dan kimia dari bio oil ialah sebagai berikut:

- a) Fase : Cairan
- b) Warna : Coklat tua
- c) Bau : Seperti bau asap yang menyengat
- d) Densitas : 0,85 – 1,2 kg / L
- e) Viskositas : 40 – 100 cp

(Aruan, 2013)

Bio oil terbentuk dari molekul – molekul dengan berbagai ukuran, diperoleh sebagai hasil reaksi depolimerisasi dan fragmentasi tiga komponen utama pembentuknya yang terdiri atas selulosa, hemiselulosa serta lignin. Senyawa – senyawa pada bio oil dapat diklasifikasikan menjadi 5 kelompok yaitu seperti hidroksialdehida, hidroksi keton, gula dan gula terhidrasi, asam karboksilat serta senyawa fenolik. Senyawa fenolik yang terdapat pada bio oil yaitu sebagai proses pembentukan lignin. Sedangkan, konsentrasi pada hidroksialdehida yaitu sebesar 10 % dari berat bio oil,



asam asetat sebesar 5 % dan asam formiat sebesar 3 % (Bridgewater *et al*, 1996).

I. 3. 2 Produk Samping

1) Arang

- a) Rumus Molekul : C
- b) Berat Molekul : 6 g / mol
- c) Warna : Hitam
- d) Fase : Serbuk atau Granula
- e) pH : 5 – 11
- f) Titik Lebur : 851° C
- g) Titik Didih : 2.150° C
- h) Densitas : 250 – 600 gr/ L

(PT. Freeman Carbon Indonesia)

2) Metana

- a) Rumus Molekul : CH₄
- b) Berat Molekul : 16,04 g / mol
- c) Warna : Tidak Berwarna
- d) Fase : Gas
- e) Densitas : 0,415
- f) Titik Lebur : - 182,6 ° C
- g) Titik Didih : - 161,4 ° C
- h) Kelarutan : 0,4 g / cc (air)
47 g / cc (alcohol)
104 g / cc (eter)

(Perry 8ed; T.2-2)



3) Karbondioksida

- a) Rumus Molekul : CO_2
- b) Berat Molekul : 44,01 g / mol
- c) Warna : Tidak Berwarna
- d) Fase : Gas
- e) Densitas : 1,53
- f) Titik Lebur : $-56,6^\circ\text{C}$
- g) Titik Didih : $-78,5^\circ\text{C}$
- h) Kelarutan : 179,7 g / cc (air dingin)
90,1 g / cc (air panas)
Larut dalam larutan asam dan alkali
(Perry 8 ed; T.2-1)

4) Hidrogen

- a) Rumus Molekul : H_2
- b) Berat Molekul : 2,02 g / mol
- c) Warna : Tidak Berwarna
- d) Fase : Gas
- e) Densitas : 0,06948
- f) Titik Lebur : $-259,1^\circ\text{C}$
- g) Titik Didih : $-252,7^\circ\text{C}$
- h) Kelarutan : 2,1 g / cc (air dingin)
0,85 g / cc (air panas)
Sedikit larut dalam Fe, Pd dan Pt
(Perry 8 ed; T.2-1)



I.4 Aspek Ekonomi

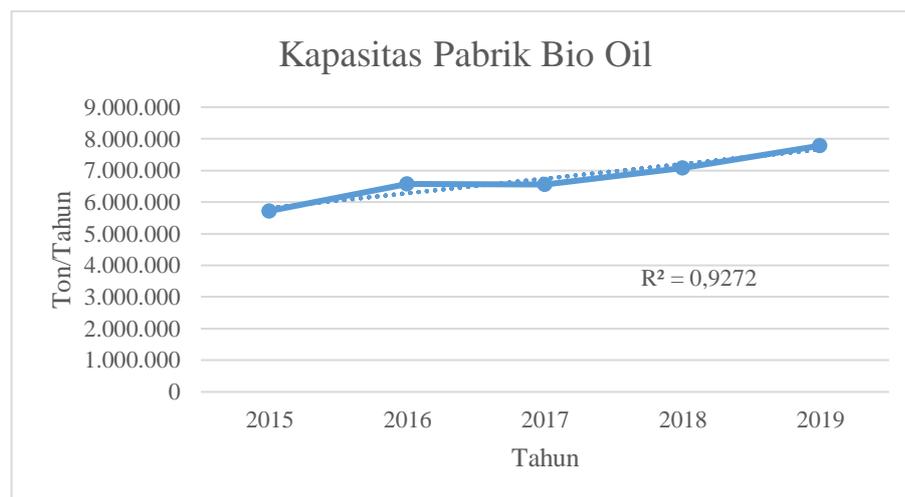
Kebutuhan Bio Oil atau terkadang dikenal dengan bahan bakar alternatif atau minyak kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat sejalan dengan semakin bertambah luasnya lahan perkebunan di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Data Kapasitas Bio-Oil

Tahun	Ton
2015	5.723.075
2016	6.581.899
2017	6.552.260
2018	7.073.343
2019	7.784.879

(Sumber : bps.go.id)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara produk dengan tahun produksi.



Grafik I.1 Aspek Ekonomi

Dari grafik diatas, dengan metode regresi linier maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$y = 461.505,2x - 5.358.576$$

Keterangan : y = Kebutuhan Bio Oil (ton/tahun)

x = Tahun



Pra Rencana Pabrik “PABRIK BIO OIL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PROSES PYROLYSIS “

Pabrik Bio Oil ini direncanakan beroperasi pada tahun 2024 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2024, maka $x = 2024$. Kebutuhan pada tahun 2025 :

$$\begin{aligned}y &= 461.505(2024) - 5.358.576 \\ &= 93.4080,762 \text{ ton/tahun} \\ &= 93.500 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$