

PELUANG DAN TANTANGAN PRODUKSI EMISI BIOMASSA PADA PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT

Eni Rohkayati¹, Rina Ratna Sari AR²

¹Magister Studi Lingkungan, Universitas Terbuka, Tana Paser

²Magister Studi Lingkungan, Universitas Terbuka, Tana Paser

*Penulis korespondensi: kayyaadominick@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan industri sawit meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir sehingga membuat Indonesia menjadi produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan produksi 59% dari keseluruhan produksi minyak sawit dunia. Pesatnya perkembangan industri diikuti dengan meningkatnya jumlah limbah padat yaitu tandan kosong, fiber, dan cangkang. Dalam upaya keefisiensi maka sebagian limbah padat seperti fiber dan cangkang digunakan sebagai bahan bakar untuk operasional boiler. Tinjauan ini membandingkan emisi yang dihasilkan jika boiler menggunakan bahan bakar batubara dan biomassa. Hal ini sangat penting karena emisi yang dihasilkan oleh industri minyak sawit adalah sumber emisi gas rumah kaca. Dari hasil tinjauan diketahui bahwa emisi yang dihasilkan dari bahan bakar batubara sebesar 101.334,4543 kg CO₂/tahun sedangkan jika menggunakan bahan bakar biomassa sebesar 670,3872 kg CO₂/tahun.

Kata Kunci : emisi, efisiensi, boiler, cangkang, batubara

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Paser merupakan salah satu daerah administratif yang berada di Provinsi Kalimantan Timur. Daerah ini kaya atas sumber daya mineral tambang dan perkebunan Kelapa Sawit yang luas sebagai penyokong pertumbuhan ekonomi. Selain itu, pelaksanaan pembangunan kawasan Ibukota Nusantara (IKN) memberikan dampak terhadap perekonomian dan pembangunan di Kabupaten Paser. Pertumbuhan ekonomi dipandang sebagai perkembangan kegiatan perekonomian yang menyebabkan barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah dan kemakmuran masyarakat meningkat. Kenaikan kapasitas industri akan disertai dengan kenaikan pendapatan nasional. Pertumbuhan ekonomi memberikan gambaran kualitatif perkembangan suatu perekonomian (Husodo et al., 2022).

Dalam konsep pembangunan berkelanjutan terdapat 3 pilar yang berkaitan, yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial. Keberlanjutan ekonomi merupakan konsep pertumbuhan tanpa merusak basis modal ekonomi, berupa kelestarian lingkungan termasuk iklim yang stabil dan menjaga keanekaragaman hayati. Konsep ekonomi yang dijalankan dalam bentuk ekonomi hijau yang dijalankan dengan kegiatan rendah karbon, hemat sumber daya dan inklusif secara sosial (Anwar, 2022). Pelaksanaan ekonomi hijau erat kaitannya dengan pelaksanaan keefisiensi. Pengurangan dampak lingkungan atau memulihkan ekosistem atas permintaan besar terhadap sumber daya perusahaan. Keefisiensi dipandang sebagai proses pengendalian manajemen untuk mengurangi intensitas lingkungan dan meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya dan memiliki nilai tambah (Amalia et al., 2018).

Emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu jenis emisi gas rumah kaca yang menjadi faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global. Produksi emisi gas karbon dioksida (CO₂) erat kaitannya dengan aktivitas manusia (*anthropogenic activities*). Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) terdapat 5 sektor yang menjadi sumber utama emisi CO₂ yaitu penggunaan energi, proses industri dan penggunaan produk, PKPL (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan), serta limbah (Syaharani dan Tavares, 2020).

Pengolahan Kelapa Sawit hingga menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) membutuhkan energi yang luar biasa. Sumber energi diperoleh dari pemanfaatan biomassa yang merupakan limbah hasil pengolahan Tandan Buah Sawit (TBS). Pembakaran biomassa tersebut menghasilkan kandungan emisi. Namun dalam konsep pembangunan berkelanjutan pemanfaatan limbah sebagai sumber energi merupakan perwujudan pelaksanaan keefisiensi. Pemanfaatan limbah serat dan cangkang sebagai bahan bakar *Boiler* dalam pemrosesan CPO dapat menekan neraca emisi karena emisi yang dilepaskan pada saat pembakaran cangkang dan serat di *Boiler* merupakan hasil serapan karbon yang terjadi selama masa budidaya. Pemanfaatan cangkang dan serat sebagai bahan bakar *Boiler* diharapkan mampu mensubstitusi penggunaan bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi, sehingga emisi CO₂ dapat diminimalisasi secara optimal (Arifandy et al., 2021).

Penilaian peluang dan tantangan dalam penggunaan biomassa dalam kegiatan yang berada di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) perlu dilakukan evaluasi guna menilai seberapa banyak efisiensi yang bisa dilakukan guna mendukung proses pembangunan berkelanjutan. Oleh karena tinjauan kajian dilaksanakan untuk membandingkan hasil pembakaran biomassa dengan sumber energi lainnya.

2. METODE

2.1 Emisi Biomassa Cangkang

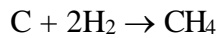
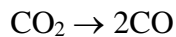
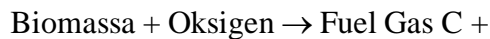
Proses produksi 1 ton kelapa sawit menghasilkan limbah padatan tandan kosong (tankos) kelapa sawit sebesar 23% atau 230 kg, limbah serat (*fiber*) sebesar 13% setara dengan 130 kg, dan juga limbah kernel atau cangkang inti sebesar 6,5% setara dengan 65 kg (Arifandy et al., 2021). Pembakaran biomassa pada boiler merupakan reaksi antara oksigen dan bahan bakar berupa cangkang dan serat yang menghasilkan panas. Unsur terbanyak yang terkandung dalam bahan bakar biomassa adalah karbon, hidrogen dan sedikit sulfur.

Tabel 1. Komposisi Cangkang dan Serat Kelapa Sawit (Laudi et al., 2023)

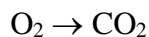
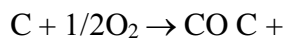
Analisa	Serat (Fiber)	Cangkang (Kernel)
Proximate analysis (wt%)	Moisture: 31.84	Moisture: 12
	Fixed carbon: 48,61	Fixed carbon: 68.12
	Volatile matter: 13.2	Volatile matter: 16.3
	Ash: 6.35	Ash: 3.5
Ultimate analysis (wt%)	Ash: 8.4	Ash: 3.2
	Carbon: 47.2	Carbon: 52.4
	Hydrogen: 6	Hydrogen: 6.3
	Chlorine: 0	Chlorine: 0
	Sulfur: 0.3	Sulfur: 0.3
	Oxygen: 36.7	Oxygen: 37.3

Pembakaran biomassa pada umumnya terdiri dari 2 tahap yaitu:

a. Gasifikasi



b. Pembakaran



Emisi yang dihasilkan selama pembakaran serat dan cangkang sangat dipengaruhi oleh rasio serta dan cangkang juga udara berlebih. Hasil pembakaran limbah padat Kelapa Sawit menjadi sumber emisi berbahaya ke udara (Sasmita et al., 2019).

2.2 Emisi Pembakaran Batubara

Pembakaran batubara menghasilkan polutan berupa emisi yang dikeluarkan melalui cerobong boiler. Bahan pencemar yang dihasilkan berupa gas seperti NO₂, CO, CO₂ dan SO₂. Kualitas batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler memiliki nilai kalori yang berbeda[8]. Komposisi batubara tersaji pada tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik batubara Indonesia (Setiawan et al., 2012)

No.	Parameter	Satuan	Kadar
1	Nilai Kalor	cal/gr	4200-7000
2	Moisture	% (ad)	4-24
3	Ash	% (ad)	3-15
4	Zat Terbang	% (ad)	36.5-41.5
5	Sulfur	% (ad)	0.08-2.80

Tabel 3. Komposisi batubara (Aditya et al., 2022)

Analisa	Batubara
Proximate analysis (wt%)	Moisture: 21
	Fixed carbon: 37.3
	Volatile matter: 38.1
	Ash: 3.6
Ultimate analysis (wt%)	Carbon: 54.31
	Hydrogen: 3.91
	Nitrogen: 1.09
	Sulfur: 25.06
	Oxygen: 15.62

2.3 Penilaian Efisiensi Emisi Biomassa dan Batubara

Pemanfaatan limbah padat dari pengolahan kelapa sawit antara lain sebagai bahan bakar boiler yang mampu mensubstitusi bahan bakar fosil. Pembakaran biomassa pada PMKS setara dengan 10.6×10^{-6} TJ/kg. Gas Rumah Kaca yang diemisikan oleh sektor energi

adalah CO₂, CH₄ dan N₂O (Puji et al., 2017). Sedangkan pada hasil pembakaran batubara menunjukkan konsentrasi SO₂, NO₂, CO dan CO₂ masih tinggi (Pravitasari et al., 2017). Studi terkait hasil pengukuran emisi boiler batubara pada industri tekstil diperoleh nilai SO₂ 1512.76 mg/m³, NO₂ 324.275 mg/m³, CO 8.5542 mg/m³ dan CO₂ 125611.5 mg/m³ (Djayanti et al., 2011). Hasil pengukuran emisi pembakaran pada boiler beberapa PMKS di Kabupaten Paser tersaji dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil pengukuran emisi boiler PMKS di Kabupaten Paser

NO	PARAMETER ANALISIS	SATUAN	BAKU MUTU	NAMA PERUSAHAAN											
				PMKS 1		PMKS 2		PMKS 3		PMKS 4		PMKS 5		PMKS 6	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	SO ₂	mg/m ³	600	3	3,12	<2,64	7,2	<11,26	3,69	113	1,27	0,73	79,69	22	28,6
2	NO ₂	mg/m ³	800	87	<1,9	93	8,6	245,91	346	344	41,37	20,44	245,91	132	116
3	HCl	mg/m ³	5	1,1	<1,77	1,4	<1,77	<0,03		<2,92	<0,1	<0,1	0,03	<0,01	<0,01
4	Cl ₂	mg/m ³	5	0,8	<1	0,8	<1	0,02	<0,004	<0,004	<1	<1	0,02	<0,01	<0,01
5	NH ₃	mg/m ³	1	0,13	<0,07	<0,09	<0,07	<0,21	0,336	0,184	<0,01	<0,01	0,6	<0,03	<0,03
6	HF	mg/m ³	8	1,2	<1	0,3	<1	<0,34		<0,265	<0,1	<0,1	0,34	<0,01	<0,01
7	Opasitas	%	30	10	7	15	5,2	<10	20	20	<20	<20	<10	15,2	14,5
8	Partikulat	mg/m ³	300	22	12,7	17	22,5	91,64	0,2195	0,276	14,2	28,3	38,25	53,9	42,5

Keterangan :

Hasil pengujian emisi boiler pada beberapa PMKS pada tahun 2023

Tabel 5. Penggunaan biomassa PMKS di Kabupaten Paser pada tahun 2023

No	Nama Perusahaan	Kapasitas Boiler (Ton/Jam)	Produksi TBS (Ton)	Limbah Padat (Ton)		
				Janjang Kosong	Fiber	Cangkang
1	PMKS 1	30	242.648	60.662	29.118	19.412
2	PMKS 2	30	221.751	44.350	26.633	18.866
3	PMKS 3	30	123.269	24.653	14.792	6.163
4	PMKS 4	60	237.355	46.007	28.482	6.916
5	PMKS 5	60	100.975	17.165	13.126	6.058
6	PMKS 6	60	336.595	60.587	43.757	14.040

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Paser merupakan salah satu wilayah di Kalimantan Timur yang memiliki perkebunan kelapa sawit sangat luas. Hampir 86,53% perkebunan kelapa sawit mendominasi luasan perkebunan yang ada dalam wilayah tersebut. Terdapat 16 PMKS yang tersebar hampir di 10 kecamatan. Selama melakukan operasional pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) pabrik menggunakan sumber energi berupa cangkang dan serat sebagai bahan bakar pada boiler. Penilaian terhadap perbandingan hasil nilai emisi antara pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit dengan pembakaran batubara dapat digunakan untuk menilai efisiensi.

Penerapan prinsip efisiensi dalam proses produksi berupaya memaksimalkan sumber daya alam yang digunakan untuk memperoleh produk dengan jumlah limbah yang dihasilkan kecil. Emisi gas buang boiler merupakan salah satu sumber pencemar yang merupakan limbah fase gas. Penilaian efisiensi menggunakan metode langsung dapat dilakukan dengan membandingkan hasil emisi gas buang yang diperoleh melalui hasil pemantauan.

Biomassa mengandung sedikit sulfur jika dibandingkan dengan batubara. Dalam siklus karbon, tanaman sebagai organisme autotrof menyerap energi matahari untuk berfotosintesis dengan dibantu oleh air, unsur hara dari tanah, serta CO₂ dari atmosfer. Siklus CO₂ dari biomassa sangat singkat dibandingkan dengan hasil pembakaran minyak bumi atau batubara. Energi biomassa yang dilepaskan ke atmosfer tidak akan mengganggu kesetimbangan CO₂ di atmosfer, sehingga cocok untuk mendukung upaya energi berkelanjutan (Karim et al., 2023).

Perhitungan emisi batubara (Puji et al., 2017) $E = (JBS \times NKS \times FE) \times GWP$

Dimana:

- E = Jumlah emisi (kg CO₂ e/tahun)
- JBS = Jumlah bahan bakar batubara (kg/tahun)
- NKS = Nilai kalor batubara (TJ/kg)
- FE = Faktor emisi
- GWP = Potensi pemanasan global

Pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit digunakan untuk operasional boiler sebagai bahan bakar. Boiler akan menghasilkan uap dan membuat turbin bergerak untuk menyalakan generator sehingga menimbulkan energi listrik. Nilai kalor dari bahan bakar biomassa yang digunakan adalah $11,7 \cdot 10^{-6}$ TJ/kg. Pembakaran biomassa akan menghasilkan emisi yang dapat dihitung sebagai berikut:

Perhitungan emisi biomassa

$E = (JBB \times NKB \times FE) \times GWP$

Dimana:

- E = Jumlah emisi (kg CO₂ e/tahun)
- JBS = Jumlah bahan bakar biomassa (kg/tahun)
- NKS = Nilai kalor biomassa (TJ/kg)
- FE = Faktor emisi
- GWP = Potensi pemanasan global

Tabel 6. Jumlah emisi yang dihasilkan

Sumber emisi	Nilai emisi (kg CO ₂ /tahun)
Emisi dari batubara	101.334,4543
Emisi dari boiler	670,3872

Perhitungan penggunaan biomassa menggunakan data PMKS 6 yang merupakan pengguna biomassa terbesar pada tahun 2023. Dari hasil **Tabel 6** dapat diketahui bahwa pemanfaatan cangkang dan fiber dapat membantu menekan neraca emisi.

4. KESIMPULAN

Perbedaan karakteristik dan komposisi yang dimiliki oleh biomassa cangkang dan fiber dengan batubara berpengaruh pada kandungan emisi yang dihasilkan. Penggunaan fiber dan cangkang sebagai substitusi batubara untuk bahan bakar boiler mampu menekan neraca emisi dan mengurangi beban gas rumah kaca di atmosfer. Jika boiler menggunakan bahan bakar batubara akan menyumbang angka emisi 101.334,4543 kg CO₂/tahun, sedangkan penggunaan bahan bakar biomassa hanya menyumbang angka emisi sebanyak 670,3872 kg CO₂/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan pabrik kelapa sawit dan rekan-rekan Pengendali Dampak Lingkungan yang telah membantu dalam menyediakan data untuk penulisan artikel ini. Semoga Allah membalas semuanya dengan kebaikan yang sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- T. Husodo, Sunardi, and S. Withaningsih, *Pembangunan dan Lingkungan*, 2nd ed. Banten: Universitas Terbuka, 2022.
- M. Anwar, "Green Economy sebagai Strategi Dalam Menangani Masalah Ekonomi dan Multilateral," *PKN: Jurnal Pajak dan Keuangan Negara*, vol. 4, no. 15, pp. 343–356, 2022.
- N. Amalia, I. F. Hindami, and A. Wahyudin, "Analisis Pendekatan Game Theory untuk Pemilihan Kanal pada jaringan Radio Koqnitif," *Transmisi*, vol. 20, no. 2, pp. 57–63, 2018.
- Syahrani and M. A. Tavares, "Nasib Target Emisi Indonesia: Pelemahan Instrumen Lingkungan Hidup di Era Pemulihan Ekonomi Nasional," *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, vol. 7, no. 1, pp. 1–27, 2020, [Online]. Available: <https://covid19.kemkes.go.id/>
- M. I. Arifandy, E. P. Cynthia, F. Muttakin, and Nazarudin, "Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil PKS Sungai Galuh," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 19, no. 1, pp. 116–122, 2021.
- N. Z. M Anjes Laudi, N. Sylvia, I. Ibrahim, R. Mulyawan, and I. Kamar, "Pengembangan Proses Pengeringan Optimal pada Plant Biomassa Pabrik Kelapa Sawit dengan Pemodelan Aspen Plus Ver.10.10," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 3, no. 1, pp. 52–61, 2023.
- A. Sasmita, A. David, and P. Hasibuan, "Pemetaan Sebaran Partikulat Dari Pembakaran Limbah Padat Industri Pengolahan Sawit di Kabupaten Kampar Riau," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 18, no. 2, pp. 57–67, 2019.
- Y. Setiawan, A. Surahman, and Z. Kailani, "Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara pada Industri Tekstil serta Kontribusinya Terhadap Gas Rumah Kaca

- (GRK),” *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*, vol. 27, no. 2, pp. 87–94, 2012.
- I. A. Aditya, F. N. Haryadi, and I. Haryani, “Analisis Pengujian Co-Firing Biomassa Cangkang Kelapa Sawit Pada PLTU Circulating Fluidized Bed (CFB) Sebagai Upaya Bauran Energi Terbarukan,” *Rotasi*, vol. 24, no. 2, pp. 61–66, 2022.
- N. Puji, A. Sasmita, and I. Andesgur, “Studi Carbon Footprint dari Kegiatan Industri Pabrik Kelapa Sawit,” *Jom F Teknik*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- Y. Pravitasari, M. B. Malino, and N. Mara, “Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung,” *Prisma Fisika*, vol. V, no. 01, pp. 9–12, 2017.
- S. Djayanti, Purwanto, and S. B. Sasongko, “Pengendalian Emisi Gas Buang Boiler Batubara dengan Sistem Absorpsi,” *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 9, no. 1, pp. 18–25, 2011.