

EFEKTIFITAS PEMANASAN KAMAR ASAP MELALUI DISTRIBUSI UDARA MASUK (FORCED DRIVE FAN/FDF) DAN UDARA KELUAR (INDUCED DRIVE FAN/IDF) PADA PENGOLAHAN KARET LEMBARAN (RIBBED SMOKE SHEET) : REVIEW

THE EFFECTIVENESS OF SMOKE ROOM HEATING THROUGH THE DISTRIBUTION OF FORCED DRIVE FAN (FDF) AND INDUCED DRIVE FAN (IDF) IN PROCESSING OF RIBBED SMOKE SHEET : A REVIEW

Busrizal Faisal ^{1)*}, Zulham Effendi ²⁾

¹ Prodi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

² Prodi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

*Corresponding Email : busrizalfaisalbustami@gmail.com

Abstract

The smoke chamber used has a capacity of 3,420 kg with a rubber sheet smoking period of five days. Reducing the water content (moisture content) on the rubber sheet is used by heating it with a smoking system. For smoke chamber operations, the fumigation temperature used on the first day is 40 - 45°C, on the second day 45 - 50°C, on the third day 50 - 55°C, on the fourth day 55 - 60°C, and on the fifth day the smoking temperature was maintained at 60°C. FDF and IDF are two air distribution devices, where the FDF functions to blow the air into the smoke chamber and the IDF draws the air into the smoke chamber. The balance between exhaled air and that drawn out of the smoke chamber must be proportional. Too much airflow will collect in the smoke chamber and too much the air withdrawal will affect heat transfer. After installing the FDF and IDF tools, the smoking time is 4 (four) days, so the use of smoked wood (rubber stem wood) is reduced from 3.19 m³ (for 5 days of smoking) to 2.55 m³ (for 4 days of smoking). There is a saving of one operational day. Reducing the use of smoked wood has an impact on processing efficiency. Heat energy from smoking has also increased. Before the installation of the FDF and IDF devices, the amount of heat energy was 64,074 kcal/day (320,372 kcal in 5 days). After installing the FDF and IDF devices, they increase the amount of air / oxygen (O₂) in the combustion process so that there is an additional heat energy of 9,461 kcal/day (47,305 kcal in 5 days). The total amount of heat energy produced is 367,677 kcal for 5 (five) days of smoking. FDF and IDF are two air blowers commonly known as blowers with their respective specifications: The FDF used has an electric power of 3 kilowatts (4 horsepower/hp) with a rotation of 1,420 rpm, while the IDF has an electric power of 7.5 kilowatts (10 horsepower/hp) at 1,440 rpm.

Keywords : *Excess air, kilowatts, heat energy*

How to Cite : Faisal, D. dan Effendi, Z. (2023). Efektifitas Pemanasan Kamar Asap Melalui Distribusi Udara Masuk (Forced Drive Fan/FDF) Dan Udara Keluar (Induced Drive Fan/IDF) Pada Pengolahan Karet Lembaran (Ribbed Smoke Sheet) : Review. Jurnal Agro Fabrica Vol.5 (1) : 1-13.

PENDAHULUAN

Pengolahan ribbed smoke sheet/RSS memerlukan beberapa komponen, seperti: bahan baku lateks, peralatan proses, tenaga kerja, dan sistem operasional serta administrasi yang baik. Semua komponen-komponen tersebut harus dijalankan secara bersamaan yang dipimpin oleh seorang pengelola (Manajer) yang berpengetahuan dan moralis. Proses pengasapan yang terjadi di dalam kamar asap berasal dari pembakaran kayu asap (rubber wood) di dalam tungku pembakaran (furnace). Proses pengasapan yang tidak sempurna (kekurangan udara/oksigen) berdampak kepada penurunan mutu karena sejumlah air masih terkandung di dalam lembaran karet yang dapat menimbulkan penjamuran (Faisal, 2022).

Kayu asap dibakar di dalam furnace (tungku pembakaran) dengan jumlah zat pengoksidasi yang terbatas. Proses ini lazim disebut dengan pirolisa, di mana sejumlah biomasa terurai/terdekomposisi secara termokimia menjadi energi panas yang dapat dimanfaatkan (Basu, 2010). Untuk peningkatan distribusi udara atau oksigen ke dalam kamar asap diperlukan tambahan udara/oksigen dari luar kamar asap sehingga proses pirolisa akan terbantu

dengan adanya proses pembakaran ini. Penurunan kadar air dalam karet lembaran yang berada di kamar asap melalui proses pengasapan merupakan tujuan utama. Energi panas yang dihasilkan dari pembakaran kayu karet menghasilkan udara panas yang terdistribusi ke dalam kamar asap dalam bentuk asap panas dan memindahkan panasnya ke seluruh permukaan karet lembaran sehingga air teruapkan.

Ada beberapa tujuan yang ingin ditelusuri dan dihitung dalam artikel ini. Untuk penjelasannya dapat dilihat di bawah ini, sebagai berikut.

- a. Kalkulasi energi panas untuk pengasapan karet lembaran (ribbed smoke sheet/RSS) / kilokalori.
- b. Jumlah kayu asap (rubber wood) yang diperlukan untuk pengasapan (kg)
- c. Kebutuhan udara/oksigen untuk proses pembakaran dalam tungku kamar asap (kg mol)
- d. Kapasitas daya listrik/spesifikasi teknis blower FDF dan IDF yang diperlukan (kilowatt, rpm, amper).

Agar pembahasan tidak bias maka diperlukan pembatasan dalam pembahasannya. Diinginkan pembahasan fokus kepada kamar asap dan hal-hal lainnya yang terkait. Dalam proses pengolahan RSS banyak kaitannya dengan proses sebelum dan sesudah sehingga

dengan pembatasan masalah dapat menjadi tepat dan jelas targetnya.

Keberadaan udara atau oksigen dalam proses pembakaran merupakan hal yang utama. Kekurangan oksigen mempengaruhi hasil pembakaran, yaitu: terjadinya pembakaran yang tidak sempurna. Terbentuk karbon monoksida (CO) pada pembakaran yang tidak sempurna akan mempengaruhi lingkungan hidup. Untuk menghindari pembakaran yang tidak sempurna tersebut sangat diperlukan distribusi udara berlebih melalui blower.

Proses pengasapan yang terjadi di kamar asap merupakan pembakaran dari bahan bakar, yaitu: kayu karet. Kayu karet adalah bahan bakar padat yang termasuk ke dalam kelompok biomassa. Penggunaan distribusi blower ke dalam kamar asap biasa diistilahkan dengan FDF (Forced Drive Fan). Sementara, untuk menjaga kestabilan keberadaan udara di dalam kamar asap maka harus ada penarikan udara dari dalam kamar asap, sehingga udara tidak mengumpul. Agar terjadinya kestabilan keberadaan udara di dalam kamar asap maka diperlukan penarikan udara dengan blower yang lazim disebut dengan IDF (Induced Drive Fan).

KAJIAN TEORI DAN METODE PENELITIAN

Dalam penulisan ini dibagi 2 (dua) bagian, yaitu: Kajian Teori dan Metode. Untuk menjelaskan hal dimaksud maka disajikan sebagai berikut.

Pengolahan Karet Lembaran

Karet Lembaran (Ribbed Smoke Sheet/RSS) merupakan suatu produksi karet alam yang berbahan baku lateks. Lateks yang telah mengalami pengelolaan di TPH (Tempat Pemungutan Hasil) di kebun karet diangkut dengan menggunakan truk angkutan ke PPK (Pabrik Pengolahan Karet). Sebelum proses pengolahan, lateks yang telah sampai di PPK ditimbang terlebih dahulu, yaitu : untuk mengetahui jumlah pengiriman dan penerimaannya.

Persyaratan mutu bahan baku lateks untuk pengolahan RSS minimal Kadar Karet Keringnya (K3) 28% dan kadar amoniaknya 0,5% (Faisal, 2022). Lateks yang tidak memenuhi persyaratan mutu tidak dapat diolah untuk menjadi RSS tetapi dapat digunakan untuk produksi lainnya, seperti: untuk pengolahan SIR 10/20 (Standar Indonesia Rubber), tentunya lateks yang tidak memenuhi persyaratan mutu tersebut harus digumpalkan terlebih dahulu.



Gambar 1. Lateks Hasil Sadapan

Lateks yang telah memenuhi persyaratan mutu segera dimasukkan ke dalam bak pengenceran untuk diturunkan K3 nya dari 28% menjadi 13 - 15%. Untuk menghomogenkan proses pengenceran diperlukan pengadukan. Setelah selesai pengadukan maka mutu lateks diuji kembali terutama K3 nya. Tujuan pengujian K3 untuk memastikan penambahan asam semut sebagai bahan kimia penggumpal lateks. Proses penambahan asam semut ini disesuaikan dengan dosis penggunaannya. Untuk asam semut yang berkonsentrasi 3 - 5% maka ditambahkan dengan dosis 10 – 20 liter / 500 – 600 liter lateks (Faisal, 2022).

Keberhasilan proses penggumpalan/pembekuan lateks sangat ditentukan dengan pengadukan. Proses pengadukan dilakukan untuk memastikan kehomogenan lateks sehingga ketika dilakukan proses lanjutan, yaitu : di bak pembekuan/bak koagulasi proses pematangannya / pematapannya lebih sempurna dan cepat (waktu pembekuan 2 – 4 jam).

Sebelum dimasukkan ke dalam bak koagulasi maka pH lateks harus diuji terlebih dahulu dengan norma 4,5 – 4,7. Dalam proses pengadukan lateks di bak koagulasi terjadi pembuihan. Banyaknya buih yang timbul sekitar 1%. Lateks yang telah mengalami pembekuan di dalam bak harus ditambahkan air berlebih/melebihi ketinggian permukaan lateks beku. Hal ini berguna untuk menghindari kelengketan lateks beku (koagulum) dengan pelat/sekat pembagi.

Di samping itu, berguna untuk menghindari oksidasi yang berdampak kepada perubahan warna koagulum menjadi biru keungu-unguan. Apabila proses pembekuan sudah terjadi secara sempurna (dengan waktu 2 sd 4 jam) maka dapat dilakukan proses lanjutan, yaitu: koagulum diangkat ke talang peluncuran untuk dilakukan penggilingan.

Penggilingan koagulum bertujuan untuk menurunkan kadar air, keseragaman ketebalan dan membentuk koagulum menjadi lembaran-lembaran karet. Lembaran karet terbentuk melalui penekanan pada 2 (dua) rol gilingan yang berputar dengan arah yang berlawanan. Mesin gilingan terdiri dari 6 (enam) rol gilingan yang beroperasi secara berkesinambungan. Artinya, setelah diproses pada rol yang pertama dilanjutkan ke proses rol yang ke dua dan seterusnya.

Pada rol ke enam terjadi pembentukan pada permukaan lembaran karet dan penyesuaian tebal.

Lembaran karet yang baik mempunyai ketebalan 2 sd 4 mm. Setelah dibentuk pada mesin gilingan maka lembaran karet digantung pada bambu penjemuran pada lori sambil ditiriskan. Sebelum bambu pada bak penjemuran digunakan maka harus dipastikan terlebih dahulu kebersihannya. Pemilihan bambu penjemuran harus bermutu baik (tidak pecah dan tidak terkelupas).

Lama penjemuran/penirisan sekitar 2 sd 4 jam. Setelah mengalami penirisan maka lembaran karet dimasukkan ke dalam kamar asap. Di dalam kamar asap lembaran karet mengalami pengasapan dan pemanasan. Lembaran karet yang pada mulanya bersuhu kamar karena mengalami pemanasan secara bertahap (lima hari) maka permukaannya menjadi panas.

Suhu pengasapan di dalam kamar asap pada hari pertama adalah 40 - 45°C, hari ke dua 45 - 50°C, hari ke tiga 50 - 55°C, hari ke empat 55 - 60°C, dan pada hari ke lima suhu di dalam kamar asap dipertahankan pada suhu 60°C. Diharapkan dengan pemanasan secara bertahap ini akan terjadi laju pengurangan kadar air di lembaran karet. Pengurangan kadar air secara maksimal di dalam lembaran karet harus terjadi secara baik

sehingga berdampak kepada perolehan mutu yang sempurna.

Di dalam kamar asap harus berada pada kondisi bersih dari jelaga, abu, dan lain-lain. Pemanasan di dalam kamar asap memerlukan bahan bakar. Kayu karet merupakan pilihan utama hingga saat ini sebagai bahan bakarnya. Bahan bakar biomasa tersebut memiliki komposisi, seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Kayu Karet Berbagai Klon

Komposisi kimia (%)	Jenis klon							Rata-rata
	IRR 39	IRR 44	GT 1	Avros 2037	PR 255	PR 261	Seedling	
Holoseulosa	66,89	67,40	67,44	67,65	67,89	67,27	67,10	67,38
Lignin	21,05	20,72	20,99	20,90	20,87	20,50	20,46	20,78
Pentosa	17,80	17,30	17,90	17,60	17,90	17,30	17,00	17,54
Kelarutan dalam air dingin	4,75	5,06	4,14	4,77	4,91	5,01	4,61	4,75
Kelarutan dalam air panas	8,46	8,93	7,86	6,65	8,58	9,01	7,98	8,21
Kelarutan dalam NaOH 1%	14,35	17,60	14,45	11,55	16,20	12,80	15,90	14,69
Kelarutan dalam 1 : 2 Benzena Alkohol	4,46	4,76	4,25	4,62	4,71	4,71	4,57	4,58
Kadar abu	0,694	0,988	0,720	0,676	0,768	0,742	0,869	0,779
Kadar silika	0,215	0,149	0,151	0,194	0,229	0,120	0,295	0,193

(Sumber: Boerhendy, *et al*, 2010)

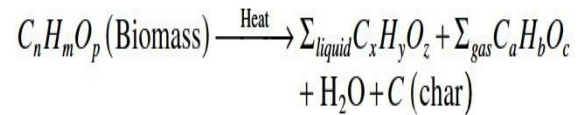
Lembaran karet (*sheet*) yang telah matang dikeluarkan dari kamar asap untuk dilanjutkan pada proses sortasi. Petugas sortasi melakukan pensortasian lembaran karet sesuai dengan mutunya. Jika pada lembaran karet ditemukan, seperti: kulit bambu maka dilakukan pembersihan dengan cara memberus, selanjutnya melakukan pengelapan.

Sheet (lembaran karet) yang sudah disortasi dilipat dengan cara membaginya menjadi dua bagian yang sama sehingga

diperoleh lipatan dengan panjang sekitar 48 cm. Penentuan mutu *sheet* dilakukan secara visual berdasarkan jumlah kapang, keseragaman warna, noda dari benda asing (faktor kebersihan), dan gelembung udara. *Ribbed Smoke Sheet* dikelompokkan ke dalam enam mutu dan dua mutu *cutting*, seperti: RSS 1x, RSS 1, RSS 2, RSS 3, RSS 4, RSS 5, *Cutting A*, dan *Cutting B*.

Proses Pembakaran Biomasa

Biomassa terbentuk dari spesies hidup seperti tumbuhan dan hewan, yaitu: apa saja spesies yang hidup sekarang atau beberapa waktu yang lalu. Itu terbentuk segera setelah benih kecambah atau organisme ada. Tidak seperti bahan bakar fosil, biomassa tidak membutuhkan jutaan tahun untuk berkembang. Tumbuhan menggunakan sinar matahari melalui fotosintesis untuk metabolisme karbon dioksida di atmosfer dan tumbuh. Hewan hidup dengan mengambil makanan dari biomassa. Bahan bakar fosil tidak diproduksi sedangkan keberadaan biomassa melalui proses penanaman dan untuk alasan itulah biomassa dianggap terbarukan. Ini adalah salah satu keunggulan utamanya sebagai sumber energi atau bahan kimia, di mana reaksi umum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi Pembakaran Biomassa



Gambar 3. Lembaran Karet (Ribbed Smoke Sheet)

Kipas dan Blower

Kipas angin adalah istilah umum untuk alat penggerak udara dan gas bertekanan rendah yang menggunakan gerakan putar dengan jenis aliran sentrifugal dan aksial, tergantung kepada arah aliran udara melalui impeller. Dalam kipas sentrifugal, udara dimasukkan ke tengah roda berputar atau rotor dengan sudu perifer. Udara ditarik melalui sudu dan dipaksa keluar dalam aliran sentrifugal ke dalam rumahannya (*volute*) di mana sebagian dari energi kinetik diubah menjadi tekanan (*head static*).

Dalam kipas aliran aksial, udara terus bergerak secara langsung maju melalui kipas di sepanjang sumbu poros. Energi kinetik diberikan ke udara oleh bentuk dan susunan sudu-sudu. Setelah dibuang melalui sudu, meskipun arah alirannya umum/masih maju, komponen

spiral kecepatannya telah ditambahkan ke udara. Kipas tipe baling-baling adalah kipas yang paling umum untuk jenis aliran aksial tetapi jenis yang lebih rumit digunakan pada sudu yang menyerupai baling-baling di alat turbin uap.

$$\text{Air Power (AP)} = Q \times \Delta P \dots\dots (I)$$

Di mana:

AP = Energi listrik (watts)

Q = Laju alir udara (m³/detik)

ΔP = Perbedaan tekanan kipas (Pa)

Blower adalah istilah yang diterapkan pada kipas sentrifugal. Umumnya digunakan untuk memaksa udara masuk melalui suatu sistem di bawah tekanan positif. Secara umum menghasilkan dan pengembangan tekanan statis yang cukup tinggi sekitar 500 Pa. Blower sentrifugal berkecepatan tinggi (≥ 3.600 rpm) juga tersedia dalam satu atau lebih tahapan (stage) untuk memampatkan udara hingga tekanan 108–150 kPa (1-7 psig). Istilah blower juga diterapkan pada peralatan yang tekanannya relatif rendah, seperti: kompresor, di mana terjadi perpindahan tekanan positif dengan jenis lobus putar, sekrup, atau baling-baling geser. Tekanan biasanya kurang dari 205 kPa (15 psig). Ketika kipas ditempatkan di ujung sistem sehingga sebagian besar penurunan tekanan sistem ada di sisi isap

dari kipas, biasanya disebut exhaust fan atau exhauster. Istilah ini dapat diterapkan pada ventilasi kipas angin yang fungsi utamanya adalah untuk mengeluarkan udara dari ruangan atau kap terbuka.

$$\text{Efisiensi} = \text{Air Power} / \text{Shaft Power} \dots (II).$$

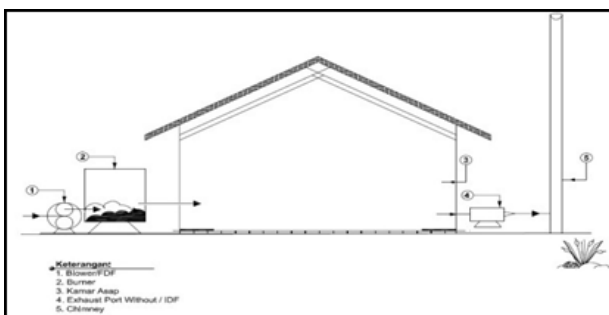
Kompresor sentrifugal atau turbo kompresor adalah perangkat sentrifugal volume tinggi yang mampu mengompres/menekan gas dengan variasi tekanan dari 105 hingga >1500 kPa. Umumnya terdiri dari sejumlah tahapan/stage pergantian sudu turbin yang berputar dan stasioner serta berputar pada kecepatan yang sangat tinggi. Tekanan total yang dihasilkan kipas dapat diukur dengan benturan yang diarahkan langsung ke hulu. Tekanan yang diukur adalah kombinasi dari tekanan statis dan energi kinetik yang setara dengan tekanan. Tekanan statis dapat diukur menggunakan keran dinding statis yang dirancang dengan benar atau menggunakan bagian tekanan statis dari sebuah tabung pitot. Yang terakhir merupakan head tekanan yang sebenarnya eksklusif dari efek kecepatan. Perbedaan antara tekanan total (benturan) dengan tekanan statis adalah tekanan kecepatan atau head kecepatan. Pembacaan tekanan biasanya dinyatakan dalam milimeter atau inci air (1 mm air = 9,807 Pa; 1 inci air = 248,8 Pa) dan

disebut tekanan atmosfer (101,3 kPa) sebagai basis referensi. Jadi tekanan barometrik harus ditambahkan untuk mendapatkan tekanan absolut.

Kenaikan tekanan total yang dihasilkan oleh kipas adalah perbedaan tekanan total antara outlet kipas dengan saluran masuk. Tekanan statis kipas adalah kenaikan tekanan total untuk kipas dikurangi dengan tekanan kecepatan pelepasan. Head kecepatan masuk diasumsikan nol untuk tujuan rating kipas (Othmer, 1999).

Metode

Untuk mengefektifkan proses pengasapan diperlukan menghitung jumlah udara atau oksigen yang diperlukan dalam proses pengasapan dan pembakaran di dalam ruang bakar kamar asap. Untuk itu diperlukan persediaan udara/oksigen yang cukup dan peralatan pendukung, seperti: FDF (Forced Drive Fan) dan IDF (Induced Drive Fan).



Gambar 4. Kamar Asap dan Komponen-Komponennya

Kebutuhan udara/oksigen tersebut diperlukan untuk menghitung kelayakan pembakaran dan menentukan spesifikasi peralatan FDF dan IDF dimaksud. Di samping itu, diperlukan data-data jumlah energi panas yang dihasilkan sehingga dapat menentukan penggunaan kayu asap/kayu karet yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas Kamar Asap

Kapasitas kamar asap merupakan salah satu penentu pencapaian kapasitas produksi karet lembaran (Ribbed Smoke Sheet). Bentuk kamar asap biasanya persegi panjang atau bujur sangkar. Tergantung dari desain perusahaan terkait. Satu kamar asap dapat diisi 6 (enam) lori, di mana untuk satu lori memiliki 456 lembaran karet. Lembaran karet mempunyai berat rata-rata per lembar 1,25 kg. Sehingga dapat dihitung kapasitas kamar asap, yaitu: $6 \times 456 \times 1,25 \text{ kg} = 3.420 \text{ kg}$.

Energi Panas Kamar Asap

Untuk mengetahui energi panas yang ditimbulkan oleh fluida (tergantung fasanya: cair, padat, gas) diperlukan data-data pendukung, terutama yang terkait dengan sifat fisiknya, seperti: kapasitas panas, berat jenis, suhu, dan lain-lain. Terjadinya panas disebabkan dari

perubahan suhu/peningkatan suhu. Sejumlah panas ini dapat dihitung dengan mencermati sifat/karakteristik fluida yang terkait dengan sifat kimia atau fisika. Perhitungan panas ini lebih lazim disebut dengan energi panas. Data-data yang diperlukan untuk menghitung energi panas dimaksud, seperti tersaji di bawah ini, sebagai berikut.

- a. Kapasitas panas *sheet*/cp = 2,01 kJ/kg^oK
- b. Suhu awal (T1) = 30^oC = 303 °K
- c. Suhu akhir (T2) = 60^oC = 333 °K
- d. Jumlah *sheet* pengasapan/m = 3.420 kg

Untuk menghitung jumlah panas yang diperlukan dalam pengasapan digunakan rumus.

$$Q = m \times cp \times \Delta T \dots\dots\dots (A)$$

Semua data yang tersaji pada *point* a sd d disubstitusikan ke dalam persamaan (A) sehingga diperoleh sebesar 206.226 kJ = 49.288,01 kkal. Proses pembakaran/pengasapan diperlukan kebutuhan oksigen yang berlebih agar proses berlangsung secara maksimal. Kelebihan oksigen sebesar 30% harus Ditambahkan dalam kalkulasi sehingga diperoleh = (1,3 x 49.288,01) kkal = 64.074 kkal. Realisasi proses pengasapan berlangsung 5 (lima) hari sehingga diperoleh jumlah energi panasnya = 5 x 64.074 kkal = 320.372 kkal.

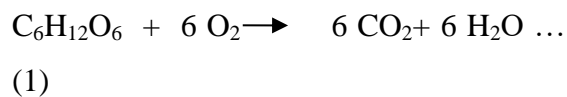
Kebutuhan Kayu Asap (Kayu Karet)

Dalam proses pengolahan lembaran karet (*sheet*), kayu karet digunakan sebagai bahan bakar. Kayu karet merupakan kelompok biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan penghasil energy panas (Basu, 2010). Nilai kalori/heat values kayu karet sebesar 4.012 kkal/kg. Kayu karet yang diperlukan dalam 1 (satu) hari pengolahan adalah = {(64.074 kkal/4.012 kkal/kg)} = 15,97 kg/hari. Proses pengasapan berlangsung selama 5 (lima) hari. Untuk satu hari pengolahan di kamar asap selama 24 jam dan untuk lima hari sebesar 120 jam. Jumlah kebutuhan kayu karet dalam lima hari (120 jam) = 15,97 x 120 kg = 1.916,48 kg. Berat jenis kayu karet adalah 600 kg/m³. Dengan membagi jumlah kebutuhan kayu karet dalam 5 hari dengan berat jenisnya maka diperoleh kebutuhan kayu karet dalam satuan volume, yaitu: 3,19 m³. Norma pemakaian kayu karet untuk satu ton produksi RSS adalah 3,5 m³ (PTPN III, 2014). Sehingga dalam proses pengasapan untuk 4 (empat) hari diperlukan kayu karet/kayu asap sebanyak 2.55 m³.

Pembakaran Kayu Karet/Kayu Asap

Secara kimia, pembakaran adalah reaksi aneksotermik antara oksigen dan hidrokarbon dalam biomassa. Biomassa diubah menjadi dua senyawa stabil utama,

yaitu: H₂O dan CO₂. Proses pembakaran di kamar asap pengolahan sheet termasuk ke dalam proses pirolisa. Pirolisa adalah pemanasan biomassa atau bahan baku lain berlangsung tanpa adanya udara atau oksigen. Untuk mengefektifkan proses pirolisa ini diperlukan upaya tambahan dengan memberikan udara dari luar, yaitu: menggunakan blower sebagai penambah kebutuhan udara/oksigen. Pembakaran kayu karet yang berlangsung di dalam dapur merupakan upaya menghasilkan sejumlah energi panas yang digunakan untuk pemanasan/pengasapan lembaran karet. Lembaran karet yang tersusun di atas lori diperlukan untuk menurunkan kadar airnya. Persamaan Reaksi kimia yang terjadi, sebagai berikut.



Proses pembakaran yang menghasilkan sejumlah gas disponsori oleh sejumlah oksigen. Proses pembakaran ini sangat tergantung kepada jumlah oksigen yang tersedia (Basu, 2010). Kekurangan oksigen dalam proses pembakaran akan inefisiensi dalam pembentukan hasil reaksinya sehingga diperlukan pemberian oksigen berlebih.

Kayu karet merupakan suatu bahan bakar biomassa yang memiliki komponen-

komponen/kandungan kimia penyusun yang berbeda setiap klonnya. Komponen-komponen penyusun kayu karet dapat dilihat pada tabel kandungan kimia kayu karet berbagai klon, di mana kandungan rata-rata holoselulosa sebesar 67,38% (Boerhendy, *et al*, 2010). Holoselulosa adalah fraksi karbohidrat (C₆H₁₂O₆), merupakan gabungan antara selulosa dan hemiselulosa. Fraksi holoselulosa menjadi penting karena merupakan bahan baku yang digunakan menjadi berbagai produk yang memiliki bernilai tinggi.

Untuk membakar kayu asap 1 mol (dengan komposisi terbesar holoselulosa/67,38%) diperlukan 6 mol O₂ dan menghasilkan 6 mol CO₂ serta uap air 6 mol. Kayu asap yang diasapkan = 1916,48 kg, BM/berat molekul C₆H₁₂O₆ = 180 maka molnya = 1916,48 kg/180 = 10,65 kgmol. Di samping itu, BM O₂ = 32 maka jumlah O₂ (oksigen) = 6 x 32 x 10,65 kg = 2.044,8 kg. Agar terjadinya pembakaran sempurna maka *supplay* O₂ harus berlebih (30%), maka jumlah kebutuhan O₂ = 1,3 x 2.044,8 kg = 2.658,24 kg. Mol udara = (2.658,24/32) = 83,07 kmol. Mol C₆H₁₂O₆ = (83,07/6) = 14 kmol.

Keperluan udara/oksigen dalam proses pembakaran ini dapat dikalkulasi dengan menggunakan data fisik udara, yaitu: berat jenisnya sebesar 1,2 kg/m³.

maka volume nya = $\{2.658,24 \text{ kg}\} / \{1,2 \text{ kg/m}^3\} = 2215,2 \text{ m}^3$. Basis perhitungan dalam 1 jam maka volumenya = $2215,2 \text{ m}^3/\text{jam} = 36,92 \text{ m}^3/\text{menit} = 0,62 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Energi Panas Akibat Konversi Biomass

Konversi biomassa terjadi akibat pengaruh dari proses pembakaran yang diinisiasi oleh oksigen. Holoselulosa yang merupakan komponen terbesar dalam kayu karet terkonversi menjadi senyawa-senyawa seperti tersaji pada persamaan reaksi di atas (1) mempunyai panas reaksi standar (pada suhu 25°C) sebesar $-2.820 \text{ kilojoule/kg mol} = -674 \text{ kkal/kg mol}$. Untuk menentukan panas reaksi pada suhu 60°C (sesuai dengan suhu kamar asap) maka persamaan Hess (Smith, 2010), yaitu:

$$Q = Q_1 \text{ pada suhu } 25^\circ\text{C} + Q_2 \text{ pada suhu } 60^\circ\text{C} \dots (2)$$

Di mana:

Q = panas total

Q_1 = -674 kkal/kg mol

$Q_2 = \{(C_p \text{ CO}_2 T + C_p \text{ H}_2\text{O} T) - (C_p \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 T + C_p \text{ O}_2 T)\}$

Untuk melengkapi perhitungan pada persamaan (2) di atas diperlukan data-data fisika seperti yang tersaji di bawah ini, sebagai berikut.

Kapasitas panas ($C_p \text{ CO}_2$) = $0,34 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$

Kapasitas panas ($C_p \text{ H}_2\text{O}$) = $0,23 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$

Kapasitas panas ($C_p \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) = $0,38 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$

Kapasitas panas ($C_p \text{ O}_2$) = $0,22 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$

Data-data yang tersaji di atas disubstitusikan ke dalam persamaan (2) di atas maka diperoleh sebesar $-675,8 \text{ kkal/kg mol}$. Jumlah total panas reaksi Holoselulosa di dalam dapur = $14 \text{ kg mol} \times 675,8 \text{ kkal/kg mol} = 9.461 \text{ kkal/hari}$. Panas Reaksi selama lima hari = $5 \times 9.461 \text{ kkal} = 47.305 \text{ kkal}$. Jumlah panas reaksi sejumlah 47.305 kkal merupakan jumlah panas reaksi yang terjadi secara *sensible*, artinya panas reaksi tersebut hanya digunakan untuk menaikkan suhu pengasapan dari 25°C menjadi 60°C .

Efisiensi Hari Pengasapan.

Data-data kalkulasi seperti yang tersaji di atas dapat digunakan untuk menghitung efisiensi hari pengasapan. Jumlah panas pembakaran (sebelum penambahan IDF dan FDF) = 320.372 kkal (B) . Penambahan jumlah panas pembakaran (setelah pemasangan IDF dan FDF) = 47.305 kkal (C) . Total panas (A + B) = 367.677 kkal (D) . Pengurangan hari pengasapan karena kelebihan energi panas

$(A/C) = (320.372/367.677) \times 1 \text{ hari} = 0,87$ hari (sekitar 1 hari). Dengan adanya pengurangan hari pengasapan selama 1 (satu) maka berdampak kepada pengurangan penggunaan kayu karet/kayu asap. Penghematan hari pengasapan selama 1 (satu) hari produksi. Sementara, pemakaian kayu asap per hari = 15,97 kg. Berat jenis kayu asap = 600 kg/m^3 , maka penghematan penggunaan kayu asap = $(15,97 \text{ kg}) / (600 \text{ kg/m}^3) = 0,03 \text{ m}^3$.

Perhitungan Daya Listrik Blower

Untuk menghitung daya listrik blower (turbo blower) menggunakan rumus empiris, seperti yang tersaji di bawah ini, sebagai berikut.

$$\text{Daya (A)} = Y \times Q \times H \dots\dots\dots (3)$$

Di mana:

A = daya listrik blower (*watt*)

Y = densiti air (1)

Q = laju alir udara ($0,62 \text{ m}^3/\text{detik}$)
= $37,2 \text{ m}^3/\text{menit}$

H = tekanan (pa)

Untuk memperoleh nilai tekanan (H) digunakan katalog lengkap blower (Showa Denki), B3V (Turbo Blower) sebesar $4 \text{ kPa} = 4.000 \text{ pa}$. Data-data di atas disubstitusikan ke dalam rumus (3) di atas maka diperoleh harga $A = 2.480 \text{ watt} = 2,48 \text{ kwatt} (2,5 \text{ Kw})$. Blower yang digunakan ini merupakan pendistribusi udara ke dalam kamar asap yang lazim disebut dengan FDF (*Forced Drive Fan*).

Agar terjadi distribusi yang sempurna maka udara panas di dalam kamar asap harus dilepaskan ke udara melalui *chimney* (cerobong asap). Rasio distribusi udara masuk dan keluar harus > 1 Jika rasio = 1 maka udara panas terkumpul di dalam kamar asap. Dipilih motor listrik ber daya listrik = $3 \times 2,5 \text{ kw} = 7,5 \text{ kw}$.

Pemilihan Spesifikasi Teknis Blower

Kalkulasi yang dilakukan terhadap daya listrik blower FDF (2,5 kw) dan IDF (7,5 kw) disesuaikan dengan blower diproduksi pabrik. Untuk menentukan pemilihan spesifikasi teknis blower dimaksud mempedomani katalog/data-data yang diterbitkan pabrik sehingga spesifikasi teknis FDF, sebagai berikut.

- a. Daya listrik = 3 kw (4 Hp)
- b. Putaran = 1.420 rpm
- c. Kuat arus = 6,82 Amper
- d. Frekwensi = 50 Hz
- e. Tegangan = 380 Volt

Untuk spesifikasi teknis blower IDF juga mempedomani katalog/data-data yang diterbitkan pabrik dapat dilihat seperti yang tersaji di bawah ini, sebagai berikut.

- a. Daya listrik = 7,5 kw (10 Hp)
- b. Putaran = 1.440 rpm
- c. Kuat arus = 15,77 Amper
- d. Frekwensi = 50 Hz
- e. Tegangan = 380 Volt

KESIMPULAN

Berdasarkan atas penjelasan-penjelasan dan kalkulasi yang telah disajikan pada lembaran-lembaran sebelumnya maka dapat disimpulkan, sebagai berikut.

1. Kapasitas kamar asap sebesar 3.420 kg dengan lama pengasapan lembaran karet (*sheet*) 5 (lima) hari.
2. Suhu pengasapan hari pertama 40 - 45°C, hari ke dua 45 - 50°C, hari ke tiga 50 - 55°C, hari ke empat 55 - 60°C, dan hari ke lima dipertahankan suhu pengasapan pada 60°C.
3. Setelah pemasangan alat FDF dan IDF maka waktu pengasapan menjadi 4 (empat) hari
4. Penggunaan kayu asap (kayu batang karet) berkurang dari 3,19 m³ (untuk pengasapan 5 hari) menjadi 2,55 m³ (untuk pengasapan 4 hari).
5. Setelah pemasangan FDF dan IDF terjadi efisiensi pemanfaatan panas, seperti: sebelum jumlah energi panas sebesar 64.074 kkal/hari (320.372 kkal dalam 5 hari), setelah: energi panas sebesar 9.461 kkal/hari (47.305 kkal dalam 5 hari).
6. FDF yang digunakan berdaya listrik 3 *kilowatt* (4 *horsepower/hp*) dengan

putaran 1.420 rpm, sementara IDF berdaya listrik 7,5 *kilowatt* (10 *horsepower/hp*) dengan putaran 1.440 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Basu. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis. Elsevier. The Boulevard. Langford Lane Kidlington. Oxford, UK.
- Boerhendhy, I., Suryaningtyas, H., & Agustina, D. S. 2010. Basic characteristics of rubber wood from some recommended clones. Tulisan disajikan pada IRRDB Annual Meeting and International Rubber Conference 2010, Hainan.
- Busrizal Faisal. 2022. Teknologi Pengolahan Karet Alam. UMSU Press.
- Othmer, K. 1999. Encyclopedia of Chemical Technology. Copyright c John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.
- Othmer. 1984. Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 12. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, Inc., New York.
- PTPN III. 2014. Pedoman Kerja Pengolahan.
- Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2010. Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics, Seventh Edition, McGraw Hill International Book Company.