

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah**

Dalam Pasal 1 UU RI No.32 Tahun 2009, limbah adalah sisa-sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah diartikan sebagai suatu benda yang mengandung zat-zat yang berbahaya atau tidak berbahaya bagi manusia, hewan dan lingkungan, yang biasanya dihasilkan sebagai akibat dari kegiatan manusia termasuk industrialisasi. (Ayu, 2012). Limbah merupakan produk yang mempunyai konotasi negatif, Limbah hasil pengolahan bahan baku dibagi dalam tiga macam yaitu limbah cair, limbah padat dan limbah gas. Limbah merupakan bahan-bahan pencemar lingkungan yang bersifat tidak aman untuk lingkungan, berbagai akibat buruk telah terjadi akibat tidak diproses ulangnya limbah (Tampubolon, 2001). Berdasarkan senyawa limbah terbagi menjadi limbah organik dan limbah anorganik.

Limbah organik adalah limbah yang mudah terurai (mudah membusuk), seperti kotoran hewan, manusia juga tumbuhan, sedangkan limbah anorganik merupakan limbah yang sulit terurai seperti plastik, kaleng, dan baja. Kemudian berdasarkan sumbernya limbah terbagi menjadi 3, yaitu limbah pertanian yang berasal dari kegiatan pertanian, limbah industri dihasilkan oleh pembagunan kegiatan industri, dan limbah domestik yang mana berasal dari kegiatan rumah tangga seperti air bekas cucian, sisa sayur, sisa makanan. Limbah domestik dibagi menjadi dua berdasarkan bentuknya, yaitu padat dan cair. Untuk limbah domestik cair, seperti yang dijelaskan dalam PERMEN PUPR RI No.04/PRT/M/2017 diperlukan pengelolaan limbah secara terpusat ataupun setempat.

Umumnya pengelolaan limbah domestik saat ini mulai menerapkan pengolahan setempat dan terpusat. Dimana limbah akan diolah di IPAL untuk sistem terpusat dan pengguna *Septic Tank* untuk sistem setempat, yang kemudian pengelolaan tersebut dapat memisahkan kotoran dalam limbah menjadi air dan padatan. Air yang sudah melewati pengolahan dan memenuhi baku mutu dapat dialirkan ke badan air dan padatan atau *Sludge* yang dihasilkan akan diolah lebih lanjut di IPLT. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Sissar (2019) Umumnya, lumpur hasil olahan IPLT dari bak pengering adalah biomassa yang mengandung bahan organik

66,71% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pelet briket. Dan limbah domestik padat yang termasuk limbah organik dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar (Nurjannah dkk., 2016).

## **2.2 Biomassa**

Energi biomassa merupakan salah satu solusi dalam mengatasi masalah pemasukan minyak yang semakin menipis (Ahmad dkk., 2017). Biomassa merupakan energi yang berbasis sumber daya yang dapat diperbarui dengan artian bahan bakunya sendiri berasal dari tanaman, berbagai sumber pertanian, perhutanan, dan limbah residu dan proses industri limbah dan kotoran hewan. Biomassa merupakan limbah yang aman bagi lingkungan dan dapat digunakan kembali, juga dapat menekan biaya tempat pembuangan akhir. Biomassa seperti kayu karet dapat digunakan sebagai pengganti limbah batu bara untuk menghasilkan biobriket (Chasri, 2018). Energi Biomassa dapat memberikan sumbangan yang besar terhadap suplai energi alternatif, karena seiring berjalannya waktu semakin bahan bakar fosil semakin berkurang.

Biomassa dapat dimanfaatkan dalam bentuk briket, yaitu bahan bakar dengan nilai kalori yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. (Abdullah, 2017). Biomassa merupakan bahan yang mudah ditemukan dalam kegiatan masyarakat seperti pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan dan limbah lainnya (Prihatman, 2000). Biomassa diperoleh dari semua bahan organik berupa limbah dan turunannya yang masih memiliki energi dalam jumlah tertentu dan dapat diubah menjadi bahan bakar biomassa. Menurut pernyataan tersebut, di setiap tempat sampah organik dalam jumlah besar seperti sabut kelapa, kulit kayu, kulit kayu, dan kotoran sapi merupakan bahan baku potensial untuk produksi bahan bakar akibat kegiatan industri, peternakan, dan pertanian (Abdullah, 2017).

Secara umum lumpur pada bak pengering merupakan biomassa yang mengandung 66,71% bahan organik, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket (Sissar dan Euis, 2019). Keuntungan yang utama dari pemanfaatan biomassa sendiri salah satunya menghasilkan emisi dan air limbah yang sedikit. Manfaat lainnya dengan begitu sampah atau limbah yang dihasilkan dari berbagai kegiatan dapat diinvestasikan dalam distribusi energi. Energi

biomassa yang dimanfaatkan menjadi briket merupakan konversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi atau pengempaan agar lebih mudah untuk digunakan dan dimanfaatkan sebagai energi terbarukan dalam mengatasi permasalahan masyarakat (Abdullah, 2017). Briket kualitas tinggi adalah briket dengan kandungan karbon yang tinggi tetapi kandungan air yang rendah, karena kandungan karbon yang tinggi maka energi yang dihasilkan juga tinggi. (Onu, dkk., 2010 dalam Abdullah, 2017)

### **2.3 Briket Bioarang**

Arang adalah suatu bahan padat yang memiliki pori dan dihasilkan dari hasil pengarangan bahan yang mengandung karbon. Sebagian besar pori-pori arang masih tertutup oleh hidrokarbon, tar dan senyawa organik lainnya, komponen senyawa tersebut antara lain karbon tetap, abu, air, nitrogen dan sulfur. (Tampubolon, 2001). Bioarang adalah salah satu jenis bahan bakar yang berbahan baku terbuat dari berbagai macam aneka macam hayati atau biomassa, seperti kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, dan berbagai limbah pertanian atau kehutanan. Kedua bahan baku tersebut merupakan jenis alternatif bahan bakar yang kemudian di kembangkan yang salah satunya dibuat menjadi briket bioarang.

Briket adalah gumpalan arang yang terbuat dari bahan lunak (bioarang) yang di keraskan (Novalinda, 2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket bioarang adalah kerapatan, keteguhan tekan, kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor. Briket bioarang harus memiliki kualitas yang baik sebagai bahan bakar, dengan begitu perlu diperhatikan tahapan proses pembuatan briket (Abdullah, 2017). Proses pembriketan adalah proses pengolahan bahan baku dengan perlakuan mulai dari penggilingan, penumbukan, pencampuran dengan perekat, penyaringan, pencetakan dengan sistem hidrolis dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga dapat menghasilkan briket yang mempunyai bentuk, sifat fisik, dan sifat kimia yang baik. Untuk menentukan kualitas briket bisa juga dilihat dari karakteristik yang dijadikan sebagai indikator penentuan kualitas briket yang baik yang meliputi sifat fisik, kimia dan mekanik (Abdullah, 2017).

#### **2.3.1 Standar Mutu Briket**

Briket arang yang baik memiliki sifat hitam dengan nyala kebiruan, dapat menyala dengan lama, dan tidak memercik dan berasap. Standar kualitas briket di

Indonesia terdapat pada SNI 01-6325-2000 tentang briket arang kayu, SNI 4931:2010 tentang briket batubara, dan SNI 19-4791-1998 tentang briket serbuk sabut kelapa yang mengacu pada standar kualitas briket arang buatan Jepang, briket arang komersial Inggris, dan Amerika. Pada **Tabel 2.1** disajikan hasil analisis briket arang buatan Jepang, Inggris, Amerika, dan Indonesia.

**Tabel 2. 1** Standar Kualitas Briket

Sifat Kualitas Briket Arang	Standar					
	SNI-01-6235-2000	SNI 4931:2010 (kelas B)	SNI 19-4791-1998**	Jepang*	Inggris*	Amerika*
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	1-2	0,84	1
Kadar Air (%)	<8	<12	<15	6-8	3-4	6
Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	-	80-100	-	60	12,7	62
Zat Terbang (%)	<15	≤22	-	15-30	16	19
Kadar Abu (%)	<8	≤ 20	<12	3-6	8-10	18
Karbon Terikat (%)	≥77	-	-	60-80	75	58
Nilai Kalor (kal/g)	>5000	4000-5000	-	6000-7000	7.300	6.500

Sumber: \*Puslitbang Hasil Hutan-Bogor (Sudrajat, 1982), \*\*Pranatasari dkk, 2015

### 2.3.1.1 Kadar Air

Menurut SNI 01-6325-2000 kadar air pada briket adalah hasil dari perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat kering briket

yang sudah diovenkan. Kadar air berpengaruh terhadap nilai kalor briket arang dan kemampuan briket arang untuk terbakar (Abdullah, 2017). Apabila kadar air yang tinggi pada briket akan menghambat kecepatan untuk terbakar sehingga akan menurunkan laju pembakaran. Selain itu kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan airnya maka semakin rendah kualitas briket tersebut, karena energi termal yang digunakan untuk mengikat energi harus digunakan untuk menguapkan air dalam briket tersebut (Abdullah, 2017). Oleh karena itu dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi kadar airnya maka semakin sulit untuk membakar briket arang, begitu pula sebaliknya. Selain itu, kandungan air juga mempengaruhi kuat tekan dari briket. Semakin tinggi kadar air, gumpalan arang akan semakin rapuh.

Briket memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air di sekelilingnya) yang tinggi (Renny dan Andasuryani, 2017). Sifat higroskopis dipengaruhi jumlah pori-pori yang terbentuk, semakin banyak pori maka luas permukaan karbon aktif akan semakin bertambah (Tampubolon, 2001). Hal tersebut mengakibatkan bertambahnya kemampuan penyerapan, yang kemudian penyerapan air di udara oleh karbon aktif itu sendiri meningkat yang berakibat nilai kalor pada briket menurun. Nilai kerapatan pada briket juga berpengaruh pada kadar air, karena semakin tinggi densitasnya, semakin rendah higroskopis briket arang dan oleh karena itu semakin rendah daya serapnya. Hal ini karena semakin tinggi densitasnya, semakin rapat rongga antar partikel arang, dan tidak ada ruang kosong yang akan terbentuk. Briket arang dengan kerapatan rendah akan memiliki kadar air yang tinggi (Sudrajat, 1983 dalam Rindayatno dan Supriyanto, 2017). Dengan begitu kadar air pada briket mempengaruhi kualitas briket.

### **2.3.1.2 Kadar Zat Menguap**

Kandungan zat menguap adalah kandungan polutan gas yang dihasilkan selama pembakaran briket. (Abdullah, 2017). Polutan adalah zat pengotor yang mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan, secara langsung atau tidak langsung. Kadar zat menguap dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu dan suhu proses karbonisasi selama proses karbonisasi. Besarnya temperatur yang digunakan dalam proses produksi arang akan mempengaruhi kandungan zat yang menguap, karbonisasi menyebabkan kandungan zat yang menguap pada arang yang

dihasilkan semakin berkurang, dengan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka semakin baik kualitas arang briket (Onu, dkk., 2010: 107 dalam Raudatul, 2018). Semakin lama proses karbonisasi memberi kesempatan akan semakin banyaknya zat yang menguap yang keluar, sehingga nilai zat menguap menjadi rendah.

Selain itu kadar zat menguap ini juga dapat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Bahan yang mudah menguap dapat mempengaruhi kecepatan proses penyalaan dan laju pembakaran, karena zat menguap memiliki sifat yang mudah terbakar (Yenny dkk., 2017). Perlunya mengetahui kadar zat menguap ini untuk mengontrol dari efek yang diberikan yaitu pencemaran udara dengan adanya senyawa di dalamnya. Dengan begitu apabila persentase yang dihasilkan memenuhi indikator, briket yang dihasilkan akan semakin baik kualitasnya.

### **2.3.1.3 Kadar Abu**

Kadar abu adalah bahan sisa yang tidak terbakar setelah pembakaran sempurna. Pembakaran briket arang berkaitan dengan bahan atau senyawa anorganik yang tidak lagi memiliki kandungan karbon (Raudatul, 2018). Kadar abu adalah jumlah residu anorganik yang dihasilkan dari pengabuan/pemijaranan suatu produk (SNI 01-2341-2006). Abu hasil pembakaran briket merupakan hasil proses oksidasi tinggi dari senyawa kimia dan fisika (seperti silikat / karbon) (Abdullah, 2017). Abu merupakan sisa dari proses pembakaran, pada umumnya disebut dengan residu. Residu adalah segala sesuatu yang tertinggal, tersisa atau berperan sebagai kontaminan dalam suatu proses. Di mana residu tersebut berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran.

Kadar abu pada setiap briket bioarang yang dihasilkan berbeda, hal ini disebabkan karena kandungan senyawa kimia dalam bahan baku yang berbeda-beda. Menurut SNI 01-6235-2000 kadar abu yang baik sekitar <8%. Hasil yang diperoleh dari proses uji kadar abu adalah abu pada arang berupa oksida logam tersusun dari mineral yang tidak menguap selama proses pengabuan (Subadra, 2005). Nilai kadar abu pada briket berbanding terbalik dengan nilai kalor. Semakin tinggi kadar abu dalam produk maka semakin rendah nilai kalorinya. Unsur utama abu adalah silika, yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan begitu juga laju pembakaran (Raudatul, 2018). Semakin tinggi kadar abu

pada briket maka semakin rendah perpindahan panas ke bagian dalam briket selama proses pembakaran dan difusi oksigen ke permukaan briket arang berdampak pada laju pembakaran, kemudian kadar abu yang tinggi akan menghasilkan debu dan akan menyebabkan polusi udara dan mempengaruhi pembakaran. (Erlinda, dkk., 2016). Briket dengan kualitas baik memiliki kadar abu yang rendah sehingga dapat berpengaruh terhadap laju pembakaran dan nilai kalor (Abdullah, 2017).

#### **2.3.1.4 Karbon Terikat**

Kandungan karbon terikat merupakan perbandingan karbon (C) yang terikat pada arang selain air, zat menguap dan abu. Kandungan karbon terikat mempengaruhi nilai kalor briket arang. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, semakin tinggi nilai kalornya (Djajeng dan Wisnu, 2009 dalam Dimas dkk., 2013). Kandungan karbon terikat dipengaruhi oleh konsentrasi zat menguap dan kadar abu. Karbon yang terkandung dalam arang merupakan zat yang terdapat pada bagian fase padat hasil pirolisis selain abu dan zat yang masih terdapat pada pori-pori arang. Semakin tinggi nilai kadar zat menguap dan kadar abu maka akan menurunkan kadar karbon terikat. Selain itu karbon terikat juga dipengaruhi dari berat jenis bahan baku dan proses karbonisasi. Bahan baku dengan kepadatan tinggi akan menghasilkan karbon terikat yang tinggi, dan kemudian proses karbonisasi juga meningkatkan ikatan karbon dan mengurangi kandungan hidrogen dalam arang. Kandungan utama dari karbon terikat bukan hanya karbon melainkan hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen yang tidak terbawa gas volatil (Gandhi, 2010).

Kadar karbon terikat pada briket berupa panas. Kadar karbon terikat masih dapat terjadi oksidasi hasil penguraian senyawa kimia hasil pembakaran. Bahan baku yang mengandung lignin lebih tinggi akan menghasilkan kadar karbon terikat yang lebih baik. Hal ini dibuktikan dari kadar karbon terikat 53,63% pada arang serasah dan 71,93% pada arang kulit kayu, lignin yang lebih tinggi pada kulit kayu dari pada serasah sehingga untuk kualitas lebih baik (Komarayati dkk., 2004). Nilai kadar karbon bergantung pada kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap. Semakin rendah nilai kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap maka semakin besar nilai kadar karbon terikat. Begitu pula sebaliknya, jika kandungan air, abu dan zat yang menguap lebih besar maka nilai kandungan karbon terikat semakin rendah.

(Muhammad, dkk., 2014). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar karbon terikat pada briket arang maka kualitas briket arang akan semakin meningkat.

#### **2.3.1.5 Nilai Kalor**

Nilai kalor (*Calorific Value* atau *Heating Value*) merupakan indikator penting kualitas bahan bakar (Wardah, 2017). Nilai kalor adalah energi yang dilepaskan saat bahan bakar terbakar seluruhnya dalam proses aliran yang stabil (*steady*) (Wardah, 2017). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai kalor. Seperti berat jenis bahan baku dan bahan perekat. Tiap bahan baku memiliki kadar karbon terikat yang berbeda untuk setiap jenis briket arang (Raudatul, 2018). Nilai kalor sangat berkaitan dengan kadar karbon terikat. Semakin tinggi nilai karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalornya, karena setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori.

Nilai kalor akan menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalorinya maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan (Samsinar, 2018). Tinggi dan rendahnya nilai kalor pada suatu briket dipengaruhi oleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar karbonnya (Renny dan Andasuryani, 2017). Hal ini disebabkan nilai kalor merupakan hasil atau jumlah energi yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Menurut Farel (2006) Nilai kalor bahan bakar terdiri dari:

a. Nilai Kalor Atas

Nilai kalor atas atau *highest heating value* (HHV) adalah nilai kalor yang didapat dengan membakar 1 kg bahan bakar dan memperhitungkan panas kondensasi uap (air hasil pembakaran berbentuk cair).

b. Nilai Kalor Bawah

Nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV), adalah nilai kalor yang didapat dari pembakaran 1 kg bahan bakar tanpa memperhitungkan panas kondensasi uap (air yang dihasilkan dalam wujud gas/uap).

### **2.4 Sampah**

Menurut UU No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menjelaskan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari dan/ atau proses alam yang

berbentuk padat. Definisi sampah menurut SNI 19-2454-2002 adalah sampah padat terdiri dari bahan organik dan anorganik yang tidak berguna dan harus dikelola untuk menghindari kerusakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sampah spesifik adalah sampah yang memerlukan pengelolaan khusus karena sifat, konsentrasi, dan / atau volumenya. Tchobanoglous (2002) dalam Vara Syarifah (2019), Sampah (limbah padat), yaitu berbagai bentuk sampah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan hewan, biasanya berbentuk padat, dibuang, tidak berguna dan tidak diperlukan. Berdasarkan definisi tersebut, maka menurut Artiningsih, 2008, sampah diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sampah yang dapat membusuk (*garbage*), perlu dikelola dengan cepat. Gas yang dihasilkan dari penguraian limbah adalah metana dan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), yang beracun bagi manusia.
- b. Sampah yang tidak dapat membusuk (*refuse*), terdiri dari sampah plastik, logam, gelas karet dan lain-lain.
- c. Sampah berupa debu/abu sisa hasil pembakaran bahan bakar atau sampah.
- d. Sampah yang berbahaya terhadap kesehatan, yakni sampah B3 adalah sampah yang disebabkan oleh sifat, kuantitas, konsentrasi atau sifat kimiawi, fisik dan mikrobiologi limbah dapat sangat meningkatkan angka kematian atau menyebabkan penyakit yang dapat pulih kembali atau berpotensi tidak dapat disembuhkan atau penyakit serius yang dapat dipulihkan.

Dan jenis sampah menurut Amos Noelaka (2008) dalam Nur Sakkinah (2016) sampah dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Sampah Organik

Sampah organik adalah komoditas yang tidak digunakan dan dibuang oleh pemilik / pengguna sebelumnya, namun bisa dimanfaatkan, dan dikelola sesuai dengan prosedur yang benar. Sampah jenis ini mudah terurai melalui proses alam. Sampah organik merupakan sampah yang mudah terurai, seperti sisa daging, sisa sayuran, daun, sampah kebun, dll. Sampah organik sendiri dibedakan menjadi dua jenis yaitu sampah organik basah dan sampah organik kering. Sampah organik basah mengacu pada sampah dengan kadar air yang cukup. Misalnya sisa kulit dan

nabati. Sedangkan bahan yang termasuk sampah organik kering adalah kayu atau ranting kering dan daun kering.

b. Sampah anorganik

Sampah anorganik tidak berasal dari organisme. Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan non hayati, termasuk hasil bentuk produk sintetik dan teknologi pengolahan bahan tambang. Sampah ini merupakan bahan yang sulit terurai seperti kertas, plastik, logam, karet, debu kaca, bahan bangunan bekas, dll.

c. Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Sampah B3 merupakan salah satu jenis sampah yang bersifat toksik dan berbahaya bagi manusia. Biasanya sampah ini mengandung logam berat, seperti kaleng cat semprot bekas atau kaleng parfum. Di antara sampah berbahaya atau zat beracun (B3), sampah ini berasal dari bahan kimia organik dan anorganik serta logam berat, biasanya dari sampah industri. Pengelolaan sampah B3 tidak boleh dicampur dengan sampah organik dan sampah non-organik. Biasanya ada badan khusus yang mengelola sampah B3 sesuai ketentuan yang berlaku.

## 2.5 IPLT

Lumpur tinja merupakan hasil buangan manusia yang akan terus bertambah seiring berjalannya waktu dan bertambahnya jumlah penduduk (Sudarno dan Dian, 2006). Hal ini mengakibatkan limbah akan terus bertambah dan memberi dampak yang buruk pada lingkungan karena buangan tersebut merupakan beban dengan kadar organik dan toksisitas yang tinggi bagi lingkungan (Oktarina dan Helmi, 2013). Namun disisi lain, lumpur tinja memiliki kandungan organik yang tinggi dapat dilihat pada **Tabel 2.2.** yang menyebabkan lumpur tinja berpotensi untuk dijadikan bahan bakar alternatif. Lumpur tinja biasanya hanya dimanfaatkan sebagai kompos (Rizkiyan dan Gogh, 2013). Namun apabila lumpur tinja dikelola dengan baik akan menghasilkan produk yang lebih besar manfaat dan nilainya, maka diperlukan adanya pengolahan lumpur tinja dengan baik.

**Tabel 2. 2** Karakteristik Lumpur Tinja

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Bahan Organik	%	88-97

No.	Parameter	Satuan	Nilai
2	Karbon	%	44-55
3	Nitrogen	%	5-7
4	Phospor	%	3-5,4

Sumber : Richard dkk, (1980) dalam El Haq dan Eddy (2010)

Instalasi pengolahan lumpur (IPLT) adalah jenis instalasi pengolahan air limbah yang dirancang untuk menerima lumpur hanya dari mobil (truk kotoran). Lumpur tinja diambil dari *septic tank*, instalasi pengolahan limbah (IPAL) dan perangkat pengolahan lumpur lainnya atau berbagai perangkat pengolahan air limbah lainnya (Oktarina dan Helmi, 2013). IPLT sendiri bertujuan untuk menurunkan kandungan mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, jamur dan lain sebagainya. Teknologi yang digunakan pada umumnya untuk mengolah lumpur tinja di Indonesia adalah gabungan dari tanki *Imhoff* dan kolam stabilisasi atau hanya kolam stabilisasi dan terdiri dari kolam-kolam (Oktarina dan Helmi, 2013). Berikut unit unit pengolahan yang digunakan di IPLT.

1. Unit pengumpul (*equalizing unit*)

Tangki ekualisasi berfungsi untuk menghomogenkan lumpur tinja yang masuk ke IPLT, dan mengumpulkan lumpur tinja dari truk penyedot lumpur tinja sebelum masuk ke sistem pengolahan (Sudarno dan Dian, 2006).

2. Unit penyaringan

Digunakan untuk memisahkan atau menyaring benda-benda kasar di lumpur tinja. Pada tahap ini, proses pemisahan atau filtrasi biasanya dilakukan dengan saringan (*bar screen*) manual atau mekanis (Rizkiyah dan Gogh, 2013).

3. Unit stabilisasi

Unit ini berfungsi untuk menurunkan kandungan organik lumpur tinja, baik secara anaerobik ataupun aerobik (Sudarno dan Dian, 2006). Alternatif teknologi pada unit stabilisasi yaitu:

- a. Kolam Anaerobik, adalah kolam yang beroperasi tanpa oksigen terlarut (DO) karena muatan organik yang tinggi, sehingga bakteri membutuhkan oksigen yang banyak untuk mengurai limbah organik.

- b. Kolam Fakultatif, pada sistem ini, air limbah berada dalam keadaan aerobik dan anaerobik bersamaan. Zona aerobik berada pada lapisan atas dan zona anaerobik pada lapisan bawah dan dasar kolam.
- c. Kolam Maturasi, kolam maturasi adalah tahap akhir dari kolam stabilisasi dan biasanya disebut kolam maturasi. Fungsi dari kolam ini adalah untuk mereduksi padatan tersuspensi dan BOD secara lebih komprehensif dari tahap sebelumnya, dan menghilangkan mikroorganisme patogen pada limbah.
- d. *Oxidation Ditch*, di dalam *oxidation ditch* air limbah akan mengalir dan mendapatkan perlakuan aerasi yang kemudian dialirkan ke *clarifier*.

#### 4. Unit Pemekatan

Menurut Joy Irmanputra (2015), pada unit ini bertujuan untuk memisahkan padatan dengan cairan yang dikandung lumpur tinja, yang menyebabkan konsentrasi padatan akan meningkat dan mengental. Teknologi alternatif yang digunakan sebagai berikut:

- a. Tangki *Imhoff*, Tangki penyimpanan *Imhoff* merupakan bangunan berstruktur beton bertulang tahan air, fungsinya untuk mengurangi kebutuhan oksigen biokimia dan padatan tersuspensi, dan juga karena keluarnya lumpur dari tangki pengumpul hingga membusuk endapan lumpur. Pada tangki air Imhof terdapat proses deposisi dan destruksi aerobik yang melewati zona sedimentasi zona netral dan zona lumpur.
- b. *Clarifier*, pada tahap ini terjadi proses pengendapan. Sebagian lumpur dari tahap sebelumnya yang terendap dalam *clarifier* akan dikembalikan lagi ke *oxidation ditch* dan sebagian sebagian lagi dilanjutkan ke bak pengering lumpur (*sludge drying bed*). Air olahan *clarifier* dapat dibuang langsung ke badan air.

#### 5. Unit Pengeringan Lumpur

Unit ini bertujuan untuk menurunkan kandungan air lumpur hasil olahan, baik dengan mengandalkan proses penguapan atau proses mekanis (Imanputra, 2015). Alternatif teknologi yang digunakan sebagai berikut:

- a. *Sludge Drying Bed*, pada bak ini berfungsi untuk mengeringkan lumpur yang dihasilkan dari unit stabilisasi dan unit pemekatan yang kemudian

dikeringkan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan angin. Lama waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan lumpur antara 1-2 minggu hal tersebut tergantung pada ketebalan lumpur yang ditampung (Sudarno dan Dian, 2006).

- b. *Filter press*, merupakan mesin yang berfungsi untuk mengolah lumpur dengan tekanan. Di mana penekanan lumpurnya dilakukan di antara rangkaian lempengan *filter (filter plate)* sehingga air dalam lumpur akan dipaksa keluar dari dalam lumpur (Imanputra, 2015).
- c. *Belt filter press*, merupakan proses pengeringan oleh alat pengolahan lumpur dengan memberikan perlakuan penekanan lumpur dalam sepasang lembar plastik elastis berpori (*filter belt*), sehingga air dapat dipaksa keluar dari lumpur (Imanputra, 2015).

## 2.6 Karbonisasi

Salah satu proses pembuatan briket ialah karbonisasi yaitu dengan memanaskan bahan baku pada suhu-suhu tertentu dengan penyediaan udara secara terbatas (Abdullah, 2017). Karbonisasi adalah metode untuk menghasilkan karbon sebagai produk utama, atau biasa disebut proses pembuatan arang, adalah untuk memanaskan biomassa padat (seperti kayu, kulit kayu, bambu, tempurung kelapa) pada suhu 400-600 ° C dalam kondisi hampir tanpa udara (Raudatul, 2018). Prinsip dari karbonisasi yaitu proses pirolisis yang diartikan sebagai proses degradasi termal dari matrial padat (biomassa) dalam kondisi udara/oksigen terbatas dan menghasilkan gas, tar dan char (Ridhuan dkk., 2018), dengan begitu kandungan yang senyawa mudah menguap terlepas dan memperbanyak ikatan karbon. Temperatur pada proses karbonisasi sangat penting, karena temperature menentukan kualitas karbon yang dihasilkan. Menurut Balitbang Kehutanan (1994) proses karbonisasi terdiri dari empat tahap, yaitu :

1. Suhu 100 °C - 120 °C terjadi penguapan air sampai suhu 270 °C, pada suhu ini juga mulai terjadinya penguraian selulosa.
2. Suhu 270 °C – 310 °C terjadi penguraian selulosa secara optimal menjadi larutan piroglinat dan gas kayu. Asam piroglinat merupakan asam organik yang

mempunyai titik didih rendah seperti asam cuka dan methanol, sedangkan gas kayu terdiri dari CO<sub>2</sub> dan CO.

3. Suhu 310 °C – 500 °C terjadi penguraian lignin, sedangkan larutan piroglinat menurun. Gas CO<sub>2</sub> semakin berkurang sedangkan gas CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> semakin bertambah.
4. Suhu 500 °C - 1000 °C merupakan tahap pemurnian arang atau pengikatan kadar karbon.

## 2.7 Nyala Api dan Laju Pembakaran

Salah satu sifat briket yaitu sifat penyalaan, ciri-ciri penyalaan antara lain mudah terbakar, waktu pembakaran cukup lama, tidak menimbulkan gejala, asap lebih sedikit, menghilang dengan cepat dan nilai kalori tinggi. (Jamilatun, 2008). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pembakaran, seperti ukuran partikel, jenis bahan bakar, temperatur pembakaran, dan karakteristik bahan bakar itu sendiri (Novalinda, 2016). Menurut Jamilatun (2006), karakteristik dari bahan bakar padat seperti biomassa dan batubara memiliki karakteristik berbeda, batubara memiliki kandungan karbon terikat dan nilai kalor tinggi, kadar abu sedang serta zat menguap yang rendah.

Sementara, kandungan biomassa memiliki zat menguap tinggi, namun kadar karbon terikat rendah kemudian kadar abu yang menyesuaikan jenis dari bahannya dan nilai kalor tergolong sedang. Tingginya zat menguap pada biomassa mengakibatkan pembakaran dapat dimulai pada suhu rendah, dan proses devolatisasi pada suhu rendah ini mengindikasikan bahwa, biomassa mudah dinyalakan dan terbakar, tetapi pembakaran akan berlangsung cepat dan bahkan sulit dikontrol. Dari hasil penelitian Syamiro dan Saptoadi (2007) Laju pembakaran briket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan zat menguap, dan semakin besar kerapatan biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi.

## 2.8 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Pada **Tabel 2.3** terdapat beberapa Jurnal atau Skripsi yang dijadikan bahan sebagai literatur guna menunjang dalam proses penulisan penelitian ini. Literatur yang digunakan menjadi acuan dalam menentukan baik tahap hingga penentuan

proses pembuatan dan penetapan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket berbahan baku lumpur hasil olahan IPLT dan Sampah Organik.

**Tabel 2. 3** Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul Jurnal/Skripsi	Hasil Penelitian	Metoda Pembuatan Briket
1.	Sulmiyati dkk. (2017)	Pengolahan Briket Bio-Arang Berbahan Dasar Kotoran Kambing dan Cangkang Kemiri di Desa Galung Lombok Kecamatan Tinabung, Polewali Mandar	Kualitas briket yang dihasilkan mengandung kadar air 5,58%, kadar abu 23,93%, volatil matter 35,16%, fixed carbon 35,33%, dan kalor 4.563 kal/gr.	Karbonisasi
2	Djoko P. dan Sofyan (2014)	Pengaruh Suhu dan Waktu Pengarangan Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit	Kualitas briket yang dihasilkan pada suhu karbonisasi 600°C mengandung kadar air 2,92%; kadar abu 5,83%; kadar karbon 72,93%; kadar zat terbang 18,31%; kadar sulfur negatif; nilai kalor 7021,76 kal/g; kerapatan 0,97 g/cm <sup>3</sup> dan kekuatan tekan 7,08 kg/cm <sup>2</sup> .	Karbonisasi
3	Renny dan Andasuryani (2017)	Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa	Kualitas briket yang dihasilkan kadar air 5,37%, densitas 11,23g/cm <sup>3</sup> , kadar karbon 97,14% dan nilai kalor mencapai >5000 kal/gr	Karbonisasi
4	Raudatul Jannah (2018)	Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Nilai Kalor Briket Arang	Kualitas briket terbaik yang dihasilkan pada perekat jenis tepung	Karbonisasi

No.	Nama Penulis	Judul Jurnal/Skripsi	Hasil Penelitian	Metoda Pembuatan Briket
		Tempurung Kawista ( <i>Limonia acidissima</i> ) Teraktivasi NaOH	beras yaitu kadar air 3,733%, kadar zat menguap 8,01%, kadar abu 2,37%, kadar karbon terikat 85,88%, dan nilai kalor tertinggi 6905 kal/g.	
5	Yenni dkk. (2017)	Karakteristik Briket dari Komposit sampah buah, sampah plastik HDPE dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar alternative di Rumah Tangga	Kualitas briket yang dihasilkan, kadar air 5,73-9%, kadar zat menguap 70-79%, kadar abu 0,5-0,8%, kadar karbon 12,39%-18,41%, dan nilai kalor 4549-7213 kal/g	Karbonisasi
6	Erlinda dkk. (2016)	Pengaruh Jenis Perekat pada Briket dari Kulit Buah Bintaro terhadap Waktu Bakar	Kualitas briket terbaik yang dihasilkan pada kadar 80% kulit buah bintaro dan perekat pati yaitu kadar air 1,91%, kadar abu 7,35%, dan Nilai kalor mencapai 6000 kal/g	Karbonisasi
7	Petrus P. (2014)	Pengaruh Jumlah Tepung Kanji Pada	Kualitas briket yang dihasilkan kadar air sebesar 6,11-6,50%, kadar abu sebesar	Karbonisasi

No.	Nama Penulis	Judul Jurnal/Skripsi	Hasil Penelitian	Metoda Pembuatan Briket
		Pembuatan Briket Arang Tempurung Pala	5,45-5,94%, dan nilai kalori sebesar 5.047,27-5.219,00 kal/g.	
8	Chasri N. (2018)	Pengaruh Temperatur Karbonisasi, Komposisi Campuran Arang Kayu Karet dan Lumpur Batubara Terhadap Kualitas Briket.	Kualitas briket terbaik yang dihasilkan karbonisasi pada suhu 400°C dan 80% kayu karet yaitu kadar air 3,32%, kadar abu 6,11%, volatile matter 25,31% kadar karbon terikat 65,26% dan nilai kalor 6299 kal/g.	Karbonisasi
9	M.Faizal dkk. (2014)	Pengaruh Komposisi Arang dan Perikat Terhadap Kualitas Biobriket dari kayu karet.	Kualitas briket terbaik pada komposisi 100% kayu karet yaitu dihasilkan kadar air lembab 6.27%, kadar zat terbang 24.75%, kadar abu 5.06%,kadar karbon tetap 63.92%, dan nilai kalor 6346 kal/gr.	Karbonisasi
10	Silvia dan Eka (2015)	Peningkatan Mutu Briket dari Sampah Organik dengan Penambahan Minyak	Kualitas briket yang dihasilkan kadar air 13,88% briket HDPE, 9,39% briket minyak	Karbonisasi

No.	Nama Penulis	Judul Jurnal/Skripsi	Hasil Penelitian	Metoda Pembuatan Briket
		Jelantah dan Plastik HDPE.	jelantah, kadar abu 23% briket HDPE, 20% briket minyak jelantah, dan nilai kalor 4703,7 kal/g briket HDPE dan 6245,66% kal/g briket minyak Jelantah.	