

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Media Pembelajaran (*ebook*)

Media pembelajaran merupakan sumber belajar yang sering digunakan oleh peserta didik. Media pembelajaran ini banyak sekali macamnya dan salah satunya adalah buku. Buku yang sering digunakan biasanya buku cetak yang memerlukan biaya yang cukup lumayan dalam pembuatannya dan kurang praktis untuk dibawa kemana-mana terutama jika ukuran bukunya besar dan juga berat. Saat ini, buku cetak sudah diimbangi keberadaannya dengan buku elektronik (*ebook*) yang lebih praktis dibawa kemana-mana. Selain praktis, buku elektronik pun dilengkapi dengan fitur pencarian yang memudahkan pembaca untuk menemukan sejumlah kata atau kalimat. Format dari buku elektronik yang saat ini banyak tersebar yakni berbentuk pdf yang dapat dibuka dengan software adobe acrobat, wps office dan software lainnya. Selain format pdf, berikut format lain dari buku elektronik.

1.1 Teks Polos

Format teks polos ini merupakan format paling sederhana dan dapat dilihat dalam hampir seluruh software.

1.2 JPEG

JPEG atau format gambar ini ukurannya cenderung lebih besar dari teks yang ada di dalamnya dan biasanya buku yang berformat jpeg ini adalah buku komik atau manga yang memuat lebih banyak gambar dibandingkan teksnya.

1.3 LIT

Format LIT ini merupakan format dari Microsoft Reader yang dapat menyesuaikan ukuran lebarnya sesuai dengan perangkat yang digunakan untuk membacanya dan mempunyai kelebihan dalam huruf yang nyaman untuk dibaca.

1.4 Docx

Format docx ini merupakan format dari Microsoft Word yang biasa digunakan untuk memuat kumpulan teks beserta gambar atau muatan lainnya. MS word

ini variasi hurufnya sangat banyak sehingga banyak digemari untuk dijadikan sebagai software pengolah kata.

1.5 HTML

Buku dalam format HTML ini gambar dan teksnya dapat diakomodasi. Namun untuk hasil buku yang berasal dari format ini terkadang kurang begitu sesuai ketika dicetak.

1.6 Open Electronic Book Package

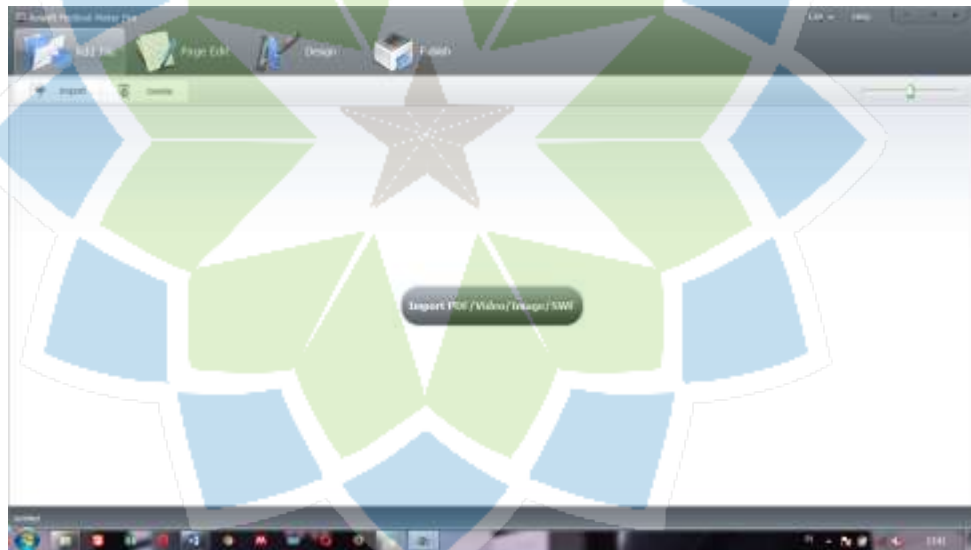
Format *open electronic book package* yang lebih dikenal dengan format *OPF flipbook* merupakan format buku elektronik yang menyajikan pengalaman membuka buku elektronik seperti membuka buku cetak pada umumnya atau dapat dikatakan menyajikan buku dalam format 3D.

B. Flipbook maker

Flipbook maker merupakan sebuah software pembuat buku digital yang menyajikan buku terasa lebih nyata ketika setiap lembaran dibuka. *Software* ini dapat memuat dan mengubah file berbentuk pdf, jpeg/image menjadi sebuah buku digital yang menarik serta dapat menyertakan video dan juga audio yang akan membuat *ebook* semakin variatif. Format akhir dari buku ini dapat disimpan dalam bentuk file .swf, .exe, dan .html. Penggunaan *ebook* berbasis *flipbook maker* dalam sebuah penelitian memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep peserta didik (Mulyaningsih et al., 2013). Pembuatan *ebook* menggunakan aplikasi ini tidak memerlukan kemampuan pemrograman karena penggunaan aplikasinya sangat mudah. Guru dapat membuat *ebook* dengan *flipbook maker* agar menarik minat peserta didik dalam membaca sebuah buku digital. Guru dapat menyisipkan video, kuis, gambar, musik dan hal menarik lainnya.

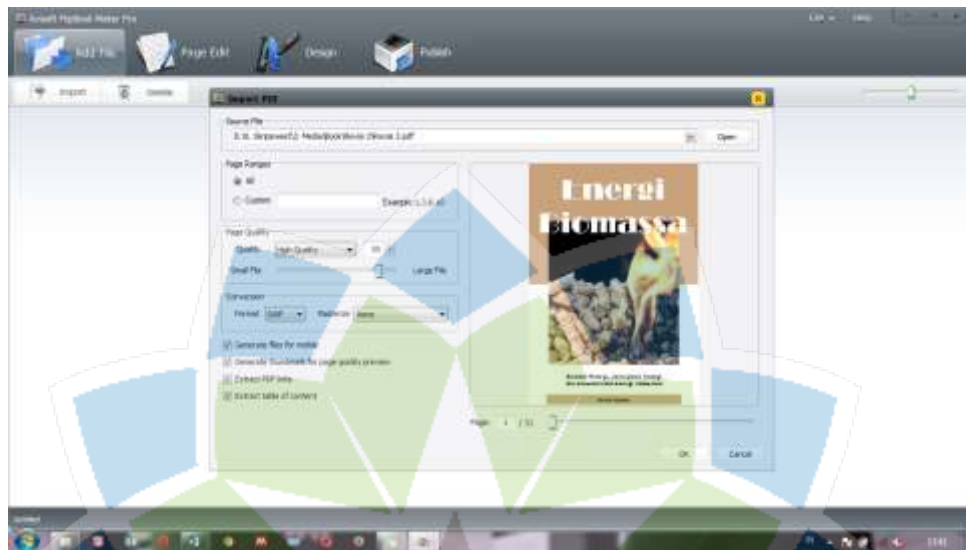
Software kvisoft *flipbook maker* memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari software kvisoft *flipbook maker* yaitu tidak memerlukan keahlian khusus dalam hal pemrograman karena aplikasinya yang sederhana sama seperti penggunaan microsoft word. Terdapat beberapa tool yang mudah untuk digunakan dan saat ini sudah banyak tutorial mengenai pembuatan *ebook* berbantu software kvisoft *flipbook maker*. Kekurangan dari software kvisoft

flipbook maker yaitu memerlukan versi terbaru aplikasi dan perangkat yang digunakan dalam pembuatan serta memerlukan *smartphone* yang memadai agar hasil akhir yang dibuat dapat dibuka pada *smartphone* maupun tablet tanpa adanya salah satu komponen yang tidak dapat dibuka contohnya video yang disisipkan. Hasil akhir dari software kvisoft *flipbook maker* juga dapat ditingkatkan kembali menjadi e-learning dengan bantuan internet agar mudah diakses dan bisa di buka di *smartphone* maupun tablet (Wibowo et al., 2018). Tampilan software kvisoft *flipbook maker* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tampilan Awal

Langkah awal ketika akan membuat media baru maka tinggal klik import PDF/Videos/Image/SWF lalu pilih file yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Kotak Dialog setelah *Import File*

Pada kotak dialog tersebut kita dapat menyesuaikan halaman mana yang akan digunakan, kualitas yang diinginkan serta format konversi yang diinginkan lalu kita dapat memilih OK lalu tunggu beberapa saat dan setelah itu kita dapat memilih menu *page edit* untuk menyisipkan video, audio dan hal lainnya dalam kategori per halaman seperti pada gambar 2.3.



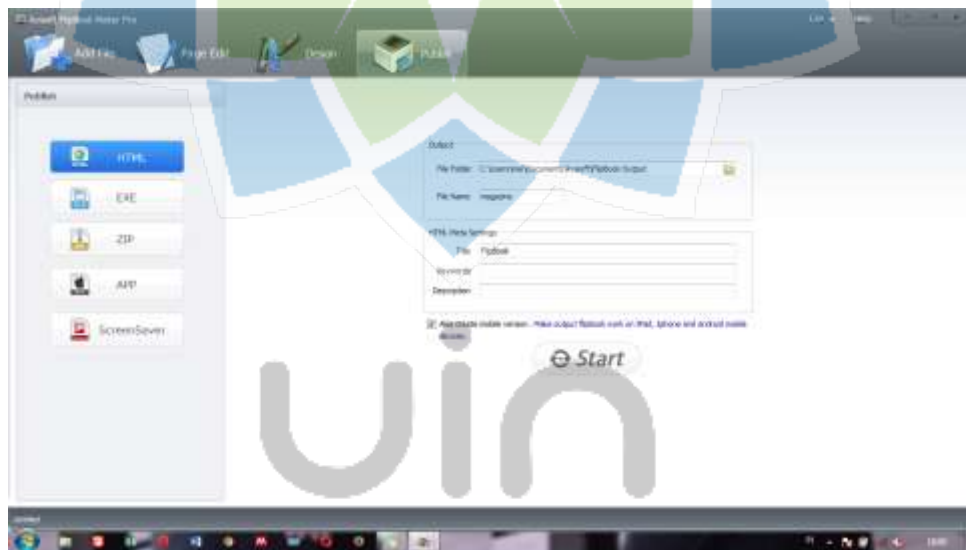
Gambar 2. 3 Tampilan *Menu Edit* Halaman

Sementara untuk mengubah tema dan menyisipkan audio misalnya secara keseluruhan bukan di satu halaman maka dapat memilih menu *design* seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Tampilan *Menu Design*

Setelah menentukan tema dan hal lainnya, kita dapat memilih menu *publish* untuk menyelesaikan hasil akhir dari media yang kita buat seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Tampilan *Menu Publish*

C. Literasi Sains

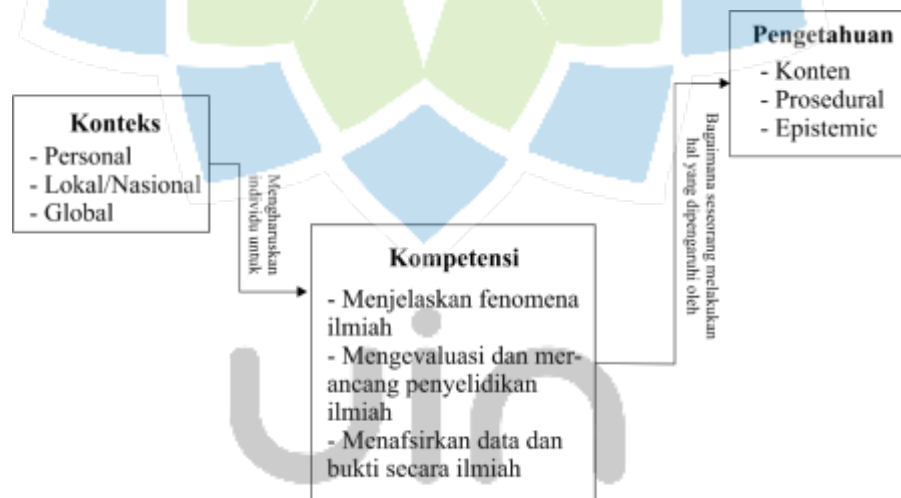
Literasi sains menurut PISA 2018 didefinisikan sebagai “Scientific literacy is the ability to engage with science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen” yang diartikan sebuah kemampuan untuk terlibat dalam isu-isu dan ide-ide sains sebagai warga negara yang reflektif (OECD, 2017). Sedangkan

Paul de Hurt mendefinisikan literasi sains sebagai tindakan memahami sains serta mengaplikasikannya untuk kebutuhan masyarakat. Berdasarkan kedua pengertian tersebut, literasi sains dapat dikatakan sebuah kemampuan atau tindakan terhadap fenomena sains serta pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari.

Literasi sains pada PISA 2018 mencakup tiga kompetensi diantaranya :

- a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah diantaranya mengenali, menawarkan dan mengevaluasi berbagai penjelasan terkait sains dan teknologi.
- b. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah yang meliputi pendeskripsian dan penilaian dalam sebuah penyelidikan ilmiah serta pengusulan cara untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah.
- c. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah yang meliputi analisis dan evaluasi data serta penarikan kesimpulan ilmiah yang sesuai.

Selain tiga kompetensi tersebut, terdapat juga tiga aspek dalam PISA 2018 yang saling berkaitan yang dapat dilihat dalam gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Aspek Literasi Sains

1. Konteks (*contexts*)

Aspek konteks ini berkaitan dengan pengenalan dan pemahaman peserta didik terhadap aplikasi sains baik yang menyangkut dirinya secara pribadi, lingkungan terdekatnya serta lingkungan tempat hidupnya secara lebih global/luas. Untuk area konteks ini dalam penerapannya meliputi kesehatan dan penyakit, sumber daya

alam, kualitas lingkungan, bahaya lingkungan, dan batas dari ilmu pengetahuan dan teknologi.

2. Kompetensi (*competencies*)

Aspek kompetensi ini mengharapkan peserta didik dapat menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Untuk pemaparan lebih rinci dijelaskan dalam tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kompetensi Literasi Sains PISA 2018

Menjelaskan Fenomena Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang tepat. - Mengidentifikasi, menggunakan dan menghasilkan model penjelasan dan representasi. - Membuat dan membenarkan prediksi yang tepat. - Menawarkan hipotesis yang jelas. - Menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan ilmiah untuk masyarakat.
Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplorasi dalam sebuah studi ilmiah. - Membedakan pertanyaan yang dapat diteliti secara ilmiah. - Mengusulkan cara untuk mengeksplorasi pertanyaan secara ilmiah. - Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan ilmiah yang diberikan. - Menjelaskan dan mengevaluasi bagaimana seorang ilmuwan

	memvalidasi data dan objektivitas serta menjelaskan data secara general.
Menafsirkan Data dan Bukti Secara Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Mentransformasikan data dari satu representasi ke representasi yang lainnya. - Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang tepat. - Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam sebuah teks yang berhubungan dengan sains. - Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti ilmiah dan teori dengan yang didasarkan pada pertimbangan lain. - Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari berbagai sumber (misalnya surat kabar, internet, dan jurnal)

3. Pengetahuan (*knowledge*)

Aspek pengetahuan meliputi :

a) Pengetahuan Konten

Pengetahuan konten ini mengacu pada penilaian dalam bidang utama ilmu pengetahuan, yakni fisika, kimia, biologi, bumi dan ruang ilmu pengetahuan, serta pengetahuan mengenai :

- Relevansi pengetahuan dengan situasi kehidupan nyata, artinya bagaimana ilmu pengetahuan tersebut bermanfaat dalam kehidupan yang nyata.
- Pengetahuan mewakili konsep ilmiah yang penting atau merupakan teori penjelas yang memiliki fungsi utama.
- Pengetahuan dipilih sesuai dengan perkembangan anak usia 15 tahun.

Pengetahuan konten sains juga dikategorikan menjadi tiga dan dapat dilihat dalam tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Pengetahuan Konten Sains PISA 2018

Sistem fisik yang memerlukan pengetahuan :
<ul style="list-style-type: none"> - Struktur materi (misalnya model partikel, obligasi) - Sifat materi (misalnya perubahan negara, panas dan listrik konduktivitas) - Perubahan kimia materi (misalnya reaksi kimia, transfer energi, asam /basa) - Gerak dan gaya (misalnya kecepatan, gesekan) dan aksi pada sebuah jarak (misalnya magnet, gaya gravitasi dan elektrostatik) - Energi dan transformasi (misalnya konservasi, disipasi, reaksi kimia) - Interaksi Antara energi dan materi (misalnya gelombang cahaya dan gelombang radio, gelombang suara dan gelombang seismik)
Sistem kehidupan yang memerlukan pengetahuan :
<ul style="list-style-type: none"> - Sel (misalnya struktur dan fungsi, DNA, tanaman dan hewan) - Konsep dari suatu organisme (misalnya uniseluler dan multiseluler) - Manusia (misalnya kesehatan, gizi, subsistem seperti pencernaan, respirasi, sirkulasi, ekskresi, reproduksi dan hubungannya) - Populasi (misalnya spesies, evolusi, keanekaragaman hayati, variasi genetik) - Ekosistem (misalnya rantai makanan, materi dan aliran energi) - Biosfer (misalnya jasa ekosistem dan keberlangsungannya)
Sistem bumi dan ruang angkasa yang memerlukan pengetahuan :
<ul style="list-style-type: none"> - Struktur sistem bumi (misalnya litosfer, atmosfer, hidrosfer) - System energi bumi (misalnya sumber, iklim global) - Perubahan sistem bumi (misalnya lempeng tektonik, siklus geokimia, kekuatan konstruktif dan destruktif) - Sejarah bumi (misalnya fosil, asal dan evolusi)

- Bumi di luar angkasa (misalnya gravitasi, sistem solar, galaksi)
- Sejarah dan skala alam semesta serta ceritanya (misalnya tahun cahaya, teori Big Bang)

b) Pengetahuan Prosedural

Untuk pengetahuan prosedural dapat dilihat dalam tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Pengetahuan Prosedural PISA 2018

Pengetahuan prosedural
<ul style="list-style-type: none"> - Konsep dari variabel, termasuk variabel dependen, independen dan kontrol. - Konsep pengukuran, misanya pengukuran kuantitatif, kualitatif (observasi), penggunaan skala, kategori dan variabel kontinu. - Cara menilai dan meminimalkan ketidakpastian seperti mengulangi pengukuran rata-rata - Mekanisme untuk memastikan replikasi (kedekatan kesepakatan antara pengukuran berulang dengan kuantitas yang sama) dan akurasi data (kedekatan kesepakatan Antara kuantitas yang diukur dan nilai sebenarnya) - Cara-cara umum untuk mengabstraksi dan merepresentasikan data menggunakan tabel, grafik dan diagram, dan menggunakannya secara tepat. - Mengontrol strategi-variabel dan perannya dalam desain eksperimen atau uji coba kontrol secara acak untuk menghindari temuan yang membingungkan dan mengidentifikasi penyebab mekanisme kausal - Desain yang tepat untuk pertanyaan ilmiah seperti eksperimen, basis lapangan atau pencarian pola

c) Pengetahuan Epistemik

Menurut (Duschl, 2007) pengetahuan epistemik mengacu pada pemahaman terhadap peran dan kontruksi tertentu yang menentukan pada proses

pembangunan pengetahuan sains. Berikut pengetahuan epistemic dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Pengetahuan Epistemik PISA 2018

<p>Pengetahuan Epistemik</p>
<p>Konstruksi dan ciri-ciri sains meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sifat observasi ilmiah, fakta, hipotesis, model dan teori. - Maksud dan tujuan sains (menghasilkan penjelasan tentang alam) yang dibedakan dari teknologi (menghasilkan solusi optimal untuk kebutuhan manusia), dan apa yang merupakan pertanyaan ilmiah atau teknologi dan data yang sesuai. - Nilai-nilai sains, seperti komitmen untuk publikasi, objektivitas, dan penghapusan bias. - Sifat penalaran yang digunakan dalam sains, misalnya deduktif, induktif, kesimpulan untuk penjelasan terbaik (abduktif), analogis, dan berbasis model
<p>Peran konstruksi dan fitur dalam menjustifikasi pengetahuan yang dihasilkan oleh sains. Meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bagaimana klaim ilmiah didukung oleh data dan penalaran dalam sains. - Fungsi berbagai bentuk inkuiri empiris dalam membangun pengetahuan, tujuannya (untuk menguji hipotesis penjas atau mengidentifikasi pola) dan desainnya (observasi, eksperimen terkontrol, studi korelasional). - Bagaimana kesalahan pengukuran mempengaruhi tingkat kepercayaan dalam pengetahuan ilmiah. - Penggunaan dan peran model fisik, sistem dan abstrak serta batasannya. - Peran kolaborasi dan kritik, dan bagaimana tinjauan sejawat membantu membangun kepercayaan dalam klaim ilmiah. - Peran pengetahuan ilmiah, bersama dengan bentuk-bentuk pengetahuan lainnya, dalam mengidentifikasi dan menangani masyarakat dan masalah teknologi.

D. Penggunaan Energi Biomassa

1. Pengertian Biomassa

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari bahan organik. Biomassa dihasilkan dari proses fotosintesis yang dapat diperoleh manfaatnya secara langsung maupun tidak langsung atau dengan kata lain dapat berupa produk maupun buangan. Biomassa juga didefinisikan sebagai sumber energi terbarukan atau dapat diperbaharui (*renewable*) dan berkesinambungan (*sustainable*). Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam skala besar seperti yang ada di Indonesia yakni sekitar 146,7 ton per tahun (Herlambang et al., 2017; Parinduri & Parinduri, 2020). Biomassa yang digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar yaitu biomassa yang bernilai ekonomis rendah atau telah diambil produk utamanya (limbah).

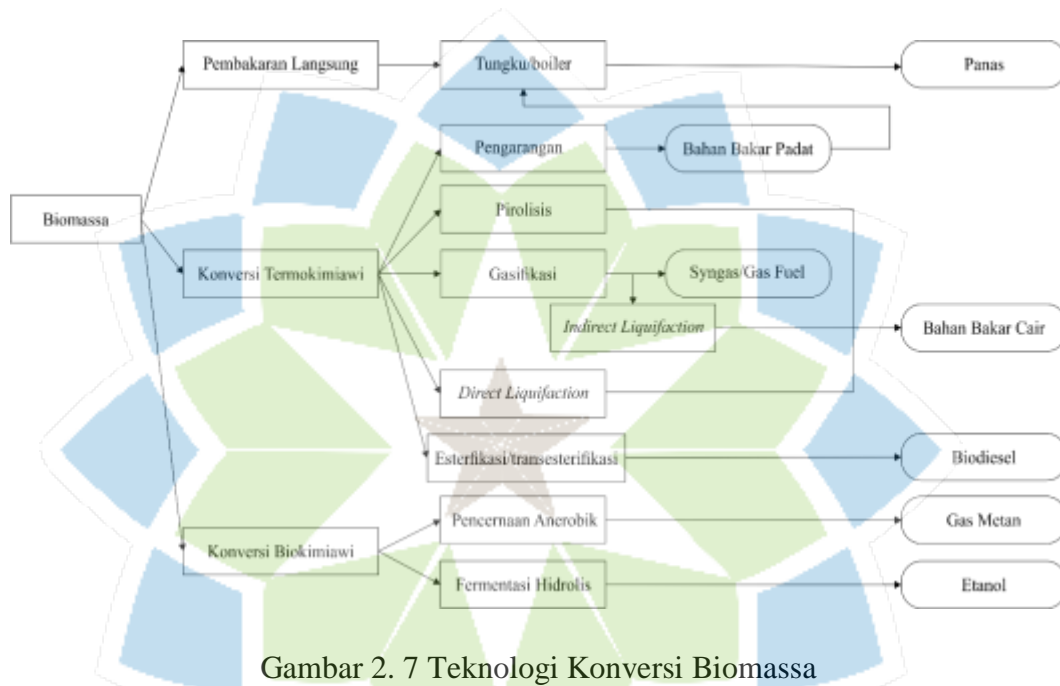
Biomassa sering disebut juga sebagai “fitomassa” yang diartikan sebagai bioresource atau sumber daya yang diperoleh dari hayati (tumbuh-tumbuhan). Energi biomassa ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan energi fosil yakni lebih ramah lingkungan dan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Contoh biomassa diantaranya kayu, rumput Napier, rapeseed, eceng gondok, rumput laut raksasa, chlorella, serbuk gergaji, serpihan kayu, jerami, sekam padi, sampah dapur, lumpur pulp, kotoran hewan, dan lain-lain. Ada juga jenis biomassa perkebunan seperti kayu putih, poplar hybrid, kelapa sawit, tebu, rumput gajah dan hasil perkebunan lainnya.

Biomassa pada nyatanya telah dimanfaatkan sejak lama sebagai sumber energi. Contohnya limbah kayu atau ranting yang digunakan untuk menghasilkan energi panas sehingga dapat dimanfaatkan untuk memasak. Selain itu, ada juga yang mengolahnya menjadi sebuah kerajinan tangan. Ada yang berupa karpet anyam, jam kayu, hiasan dinding dari limbah kayu, lemari dari serbuk kayu yang dipadatkan dan masih banyak lagi.

2. Pemanfaatan Energi Biomassa

Potensi biomassa yang dapat dijadikan sebagai sumber energi sangat melimpah jumlahnya di negara Indonesia. Contohnya kelapa sawit, jarak dan kedelai yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel serta ubi kayu, jagung, sorgum

dan sugu yang sering dijadikan bahan pembuatan bioetanol. Bahan-bahan biomassa tersebut dalam pemanfaatannya memerlukan sebuah teknologi yang dapat mengkonversinya. Teknologi tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Teknologi Konversi Biomassa

Pada gambar 2.7 disajikan beberapa teknologi konversi biomassa. Teknologi konversi pertama yaitu melalui pembakaran langsung menggunakan tungku/boiler. Secara tradisional, konversi melalui pembakaran langsung ini berupa pembakaran limbah biomassa semisal kayu yang digunakan untuk menghasilkan energi panas. Teknologi konversi biomassa kedua dan ketiga berupa konversi termokimiawi yang mencakup pengarangan, pirolisis, gasifikasi, *direct liquefaction*, dan esterifikasi/transesterifikasi serta biokimia yang dijelaskan sebagai berikut.

a) Pengarangan/biobriket

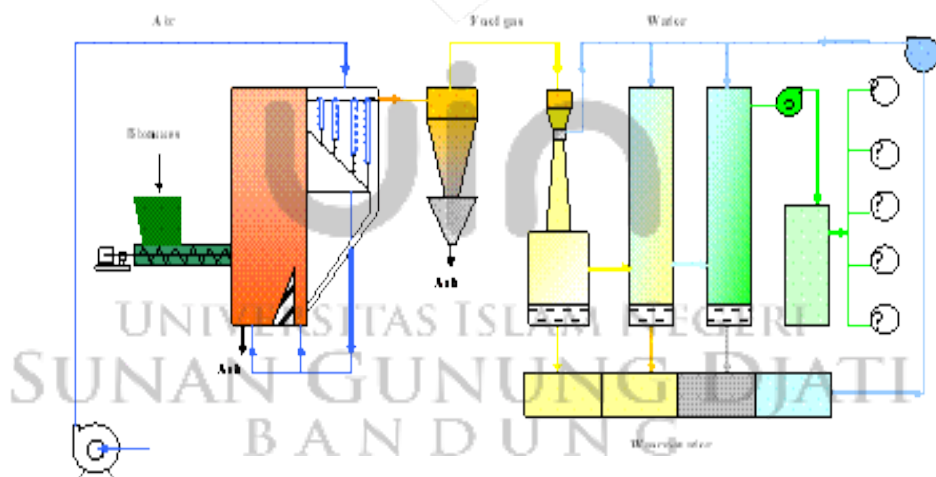
Briket merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengkonversi biomassa menjadi sumber energi. Biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan briket diantaranya sekam, arang sekam, serbuk gergaji, serbuk kayu, limbah eceng gondok dan limbah biomassa lainnya. Pembuatan briket dari berbagai limbah biomassa tidak begitu sulit. Proses pembuatannya yang pertama, bahan biomassa . Alat yang digunakannya berupa mesin pengempa/pemampat dengan berbagai jenis mulai dari yang manual, semi mekanis, dan mekanis atau sudah memakai mesin.

b) Pirolisis

Pirolisis merupakan penguraian biomassa (lysis) yang disebabkan panas (pyro) pada suhu >1500 C. Terdapat beberapa tingkatan proses pada pirolisis ini, diantaranya pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer terjadi pada bahan baku (umpan) dan pirolisis sekunder terjadi atas partikel dan gas/uap hasil dari pirolisis primer. Dikarenakan proses penguraian pada pirolisis ini melibatkan panas, maka sangat dihindari keberadaan dari karbondioksida atau O_2 yang akan memicu reaksi pembakaran.

c) Gasifikasi

Gasifikasi biomassa merupakan sebuah konversi biomassa dalam suatu reaktor gasifikasi (gasifier) menjadi sebuah bahan bakar. Gas ini biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar motor untuk menggerakkan sebuah generator pembangkit listrik. Pemanfaatan biomassa dalam gasifikasi ini membantu mengatasi masalah penanganan dan pemanfaatan limbah pertanian, perkebunan, dan kehutanan. Dalam prosesnya, gasifikasi memiliki tiga bagian utama, yaitu unit pengkonversi bahan baku (umpan) menjadi gas yang disebut reaktor gasifikasi atau gasifier, unit pemurnian gas dan unit pemanfaatan gas. Berikut ini disajikan skema gasifikasi biomassa dan sistem pembangkit daya dalam gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Skema Gasifikasi Biomassa dan Sistem Pembangkit Daya

(Sumber : www.dosenpendidikan.co.id)

d) Liquefaction

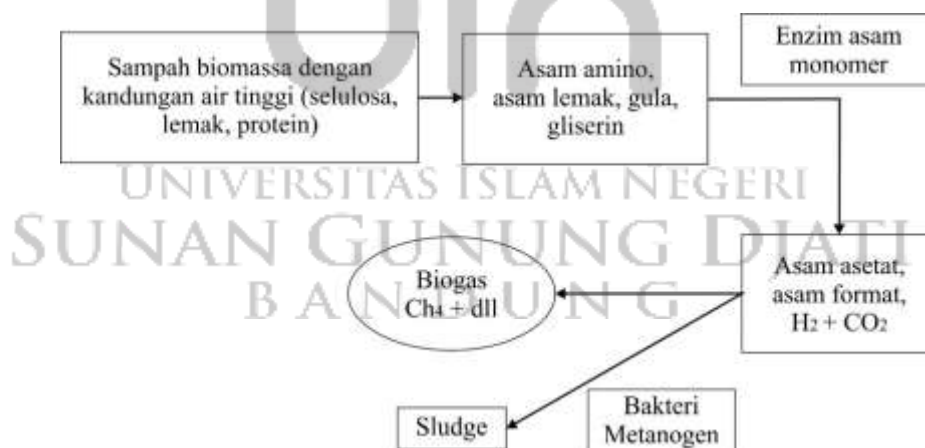
Liquefaction merupakan proses konversi wujud gas ke cairan dengan proses kondensasi, yang biasanya melalui pendinginan atau perubahan dari padat ke cairan dengan peleburan, pemanasan atau penggilingan dan pencampuran cairan lain untuk memutuskan ikatan. Liquefaction ini terjadi pada batubara dan gas menjadi bentuk cairan untuk menghemat transportasi dan memudahkan dalam pemanfaatan.

e) Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan proses konversi biomassa dengan cara menukarkan grup alkoksi pada senyawa ester dengan alkohol.

f) Biokimia

Proses biokimia dalam pemanfaatan biomassa mencakup hidrolisis, fermentasi dan anaerobic digestion. Anaerobic digestion merupakan penguraian bahan organik atau selulosa menjadi CH_4 atau gas lain melalui proses biokimia. Selain itu, pemanfaatan biomassa yang tergolong proses biokimia adalah proses pembuatan etanol. Biomassa yang kaya akan karbohidrat atau glukosa dapat difermentasi sampai terurai menjadi etanol dan CO_2 setelah sebelumnya melalui proses penguraian terlebih dahulu (hidrolisis) menjadi glukosa. Selanjutnya supaya dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar pengganti bensin, maka etanol yang masih memiliki kadar air yang tinggi harus didestilasi sampai mencapai kadar etanol diatas 99,5%. Berikut ini disajikan skema pembentukan gas biomassa dalam gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Skema Pembentukan Gas Biomassa

Berdasarkan skema tersebut, sampah biomassa yang memiliki kadar air yang tinggi seperti selulosa, lemak dan protein dapat menghasilkan asam amino, asam lemak, gula dan gliserin. Selain itu dihasilkan juga enzim asam monomer yang terdiri dari asam asetat dan asam format. Kedua zat asam diurai oleh bakteri metanogen sehingga dihasilkan biogas dan sludge.

3. Biomassa sebagai Sumber Energi

Biomassa yang digunakan sebagai sumber energi dihasilkan dari bahan biomassa yang telah dikonversi sebelumnya menggunakan teknologi konversi biomassa. Berikut beberapa pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi.

- a) Biogas merupakan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Biogas juga merupakan bioenergi yang berasal dari kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Pujiati et al., 2020). Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar adalah karena biogas mengandung gas metana (CH_4) yang sangat tinggi. Biogas dihasilkan dari proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme atau bakteri *anaerob* (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara) (Hudakorn & Srirakul, 2020).
- b) Biodiesel merupakan bahan bakar cair yang berasal dari tumbuhan dan hewan serta sebagai bahan bakar alternatif dari minyak bumi. Biodiesel diklaim ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan dan dapat mengurangi emisi kendaraan bermotor ketika dibandingkan dengan diesel ataupun minyak bumi. Bahan baku pembuat biodiesel yang berasal dari biomassa diantaranya kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu, minyak ikan dan lainnya. Proses pembuatannya melalui teknologi biomassa transesterifikasi.
- c) Bioetanol merupakan bahan bakar yang dibuat dengan teknik fermentasi biomassa seperti umbi-umbian, jagung atau tebu dan dilanjutkan dengan proses destilasi (penyulingan). Bioetanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan.

4. Biomassa sebagai Penghasil Energi Listrik

Biomassa selain dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi, dalam hal ini bahan bakar juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Hal ini dibuktikan pada sebuah penelitian dimana pada tahun 2015 pengembangan biomassa dapat menghasilkan kapasitas listrik sebesar 91,1 MW yang terpasang secara on-grid (terkoneksi jaringan PLN) dan 1.626 yang belum on-grid (Adistia et al., 2020).

Pengembangan biomassa menjadi energi listrik ini diwadahi oleh yang namanya pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm). PLTBm menerapkan prinsip pengolahan sampah melalui proses konversi thermal untuk menjadi sebuah energi listrik. Sedangkan teknologi pengolahan biomassa yang digunakannya yakni GALFAD (*Gasification, Landfill, and Anaerobic Digestion*) sebagai sarana pengubah limbah sampah menjadi energi yang bernilai ekonomis sesuai dengan sifat sampah yang diolah. Pada prosesnya, sampah dimanfaatkan melalui proses pembakaran supaya menghasilkan gas yang dapat menggerakkan generator. Untuk tahapan dalam proses *gasification* sendiri terdiri dari :

- a) Pemilahan sampah, memisahkan antara sampah basah dan kering menggunakan floating tank atau metode lainnya.
- b) Pencacahan sampah, dilakukan dengan alat bernama shredder atau mesin pencacah agar ukurannya sama. Untuk sampah basah terlebih dahulu dikeringkan baru dicacah seperti sampah kering.
- c) Pembakaran sampah, dilakukan di dalam tangki reaktor gasifier dengan suhu pada proses pembakaran awal 100°C- 200°C. Selanjutnya dimasukkan ke dalam pirolisis bersuhu 200°C- 500°C. Limbah hasil pembakaran menghasilkan gas yang mengandung CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), dan H₂ (hidrogen). Lalu setelah itu dilakukan oksidasi yang akan menghasilkan gas CO dan energi panas. Suhu yang digunakan pada proses ini 1200-1400°C.
- d) Pemanasan boiler dan penggerak generator, panas yang digunakan dalam memanaskan boiler adalah panas yang berasal dari proses pembakaran sampah untuk selanjutnya air dalam boiler dipanaskan sampai menguap. Uap yang

dihasilkan akan dialirkan untuk menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator sehingga energi gerak yang dihasilkan oleh generator berubah menjadi energi listrik.

5. Dampak Penggunaan Biomassa

Biomassa dalam pemanfaatannya memiliki dampak yang perlu dipertimbangkan. Dampak positif dari pemanfaatan biomassa diantaranya dapat mengurangi tingkat metana dan mengurangi resiko hujan asam. Metana atau CH_4 merupakan sebuah hidrokarbon berbentuk gas yang paling sederhana. Ketika jumlah metana terlalu banyak di bumi, maka akan menimbulkan emisi gas rumah kaca. Rumah kaca merupakan sebuah bangunan yang sebagian besarnya terdiri dari kaca. Fungsi kaca yang digunakan adalah untuk menangkap sinar matahari pada siang hari sehingga suhu pada malam hari tetap terasa hangat.

Prinsip rumah kaca tersebut digunakan untuk menggambarkan panas matahari yang terjebak di atmosfer bumi sehingga suhu di bumi menjadi hangat. Suhu bumi hangat berarti ada peningkatan suhu yang disebabkan oleh sinar matahari gelombang panjang (infra merah) yang terperangkap oleh gas-gas rumah kaca (Pratama, 2019). Gas-gas yang dapat menangkap panas matahari di atmosfer tersebut diantaranya karbon dioksida (CO_2), nitrogen dioksida (N_2O), metana (CH_4), dan freon (SF_6 , HFC, PFC) yang disebut sebagai gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca menurut beberapa pendapat dianggap sebagai penyebab terjadinya pemanasan global dan saat ini sedang dilakukan upaya mitigasi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (Wahyudi, 2016). Emisi gas rumah kaca dihasilkan dari aktivitas pertanian, peternakan, transportasi dan pembakaran hutan (Putu Anggie Sinthiya & Kusnadi, 2018).

6. Penelitian terkait Penggunaan Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi yang bersih, dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan minat konsumsi energinya lebih besar dibandingkan energi terbarukan yang lain (Wang et al., 2020). Biomassa juga dapat mendukung pengembangan bioenergi dalam bioindustri perkebunan (Wulandari et al., 2019). Di negara India, biomassa menyumbang 87% dari konsumsi energi bulanan lebih besar dari konsumsi energi dari sumber energi tak terbarukan (Baul et al., 2018).

Sementara di Indonesia, energi biomassa belum menyumbang banyak dari jumlah konsumsi energi. Akan tetapi, Indonesia memiliki sumber energi biomassa yang cukup banyak salah satunya minyak kayu putih yang ada di Maluku (Smith & Idrus, 2017).

Pemanfaatan biomassa telah dikaji selama 20 tahun terakhir ini oleh Amerika Serikat dan China (Mao et al., 2018). Diantara pemanfaatan biomassa di beberapa negara yakni sebagai energi listrik dengan potensi total energi listrik sebesar 21.518.542,8 mwh/tahun, pemanasan rumah dan pengisian bahan bakar kendaraan (Adistia et al., 2020; Palipo et al., 2015; Toklu, 2017). Dalam pemanfaatannya tersebut, energi biomassa diprediksi akan memiliki tingkat konsumsi energi yang tinggi dalam jangka pendek (Xiao et al., 2020). Konsumsi energi biomassa akan berperan sebagai sumber energi yang bersih dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Danish & Wang, 2019). Namun, dibalik dampak positif dari penggunaan energi biomassa tersebut perlu adanya pertimbangan juga perihal dampak negatifnya (Joselin Herbert & Unni Krishnan, 2016).

7. Keterkaitan Literasi Sains dengan *Ebook* Berbasis *Flipbook maker* pada Konteks Penggunaan Energi Biomassa

Buku digital atau *ebook* pada konteks energi biomassa menyajikan semua hal yang berkaitan dengan energi biomassa. Mulai dari pengertian sampai pemanfaatannya. Tujuan dari pembuatan *ebook* ini supaya peserta didik dapat mempelajari tentang energi biomassa termasuk penggunaannya yang dalam salah satu penelitian dikatakan sebagai sumber energi terbarukan yang bersih (Danish & Wang, 2019). Setelah peserta didik mempelajari dan memahami konsep serta pemanfaatan dari energi biomassa, secara tidak langsung peserta didik telah meningkatkan literasi sainsnya pada konteks penggunaan energi biomassa. Dalam pembuatannya, *ebook* ini merujuk pada tiga aspek literasi sains PISA 2018 sebagai berikut.

a) Aspek Konteks

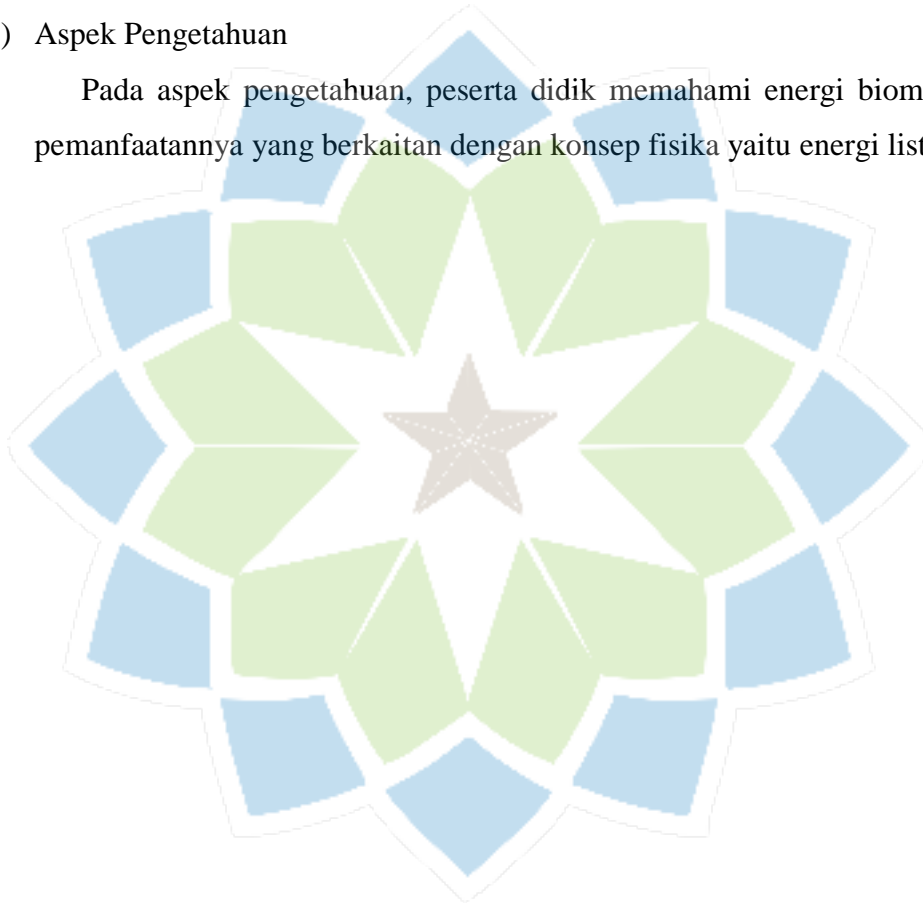
Pada aspek ini, peserta didik dapat mengetahui energi biomassa yang ada di Indonesia dan dunia berdasarkan pemanfaatannya di masing-masing negara.

b) Aspek Kompetensi

Pada aspek kompetensi ini peserta didik mengidentifikasi pemanfaatan energi biomassa sehingga dapat menghubungkannya dengan konsep fisika secara ilmiah.

c) Aspek Pengetahuan

Pada aspek pengetahuan, peserta didik memahami energi biomassa dan pemanfaatannya yang berkaitan dengan konsep fisika yaitu energi listrik.



uin

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG