



Penentuan Nilai Energi Briket Batubara Berstimulan Penyalaan Serat Pelepah Sawit Sebagai Penerapan STEM Dalam Pembelajaran Kimia

Sanjaya

Universitas Sriwijaya, Jalan Raya Palembang Prabumulih Inderalaya Ogan Ilir
Email: jaya.sanjaya63@yahoo.com

Abstrak: Pendekatan STEM dalam pembelajaran Kimia merupakan salah satu pendekatan yang sangat cocok. Dalam pembelajaran Kimia melibatkan Science, Technology, engineering, dan Mathematics. Bidang Science, Technology, Engineering, dan Mathematics yang dipelajari dalam pembelajaran Kimia adalah tentang materi, sifat sifatnya, perubahannya dan energi yang menyertai perubahan materi tersebut. Salah satu pokok bahasan dalam pembelajaran Kimia adalah Termokimia, dimana mempelajari energi yang diperlukan / dihasilkan oleh suatu reaksi kimia dari suatu materi. Briket Batubara merupakan materi yang telah digunakan sebagai penghasil energi. Dalam penentuan nilai energi yang dihasilkan suatu briket batubara, melibatkan keempat komponen STEM. Awal penentuan energi briket batubara dimulai dengan pengenalan science tentang briket batubara, briket berstimulan penyalaan, serat, dan pelepah sawit. Kemudian penerapan teknologi pembuatan briket batubara berstimulan penyalaan berikuti penentuan nilai kalor briket. Dalam pembuatan briket batubara berstimulan penyalaan terdapat rekayasa pembuatan briket. Setelah dihasilkan data data nilai kalor dilakukan perhitungan mathematic, antara lain penentuan rata rata energi, regresi linear bahkan anava antara komposisi, posisi, kerapatan, ukuran partikel materi penyusun briket terhadap nilai kalor briket. Data data tersebut diolah dengan menggunakan rumus rumus statistik lainnya. Dapat disimpulkan bahwa pembahasan penentuan nilai kalor briket batubara berstimulan penyalaan merupakan salah satu bentuk pembelajaran kimia yang menggunakan pendekatan STEM.

Kata Kunci: STEM, Pembelajaran Kimia, Briket Batubara, serat Pelepah sawit.

1. Pendahuluan

Mahasiswa Program Studi SI Pendidikan Kimia, mengikuti perkuliahan sesuai dengan kurikulum yang berlaku, yaitu minimal 144 sks. Perkuliahan setara 144 sks tersebut dikelompokkan menjadi 5 (lima) kelompok, yaitu kelompok MKK (Mata kuliah Keilmuan dan Ketrampilan), MKB (Mata kuliah Keahlian Berkarya), MPB (Mata kuliah Prilaku berkarya), MPK (Mata kuliah Pengembangan Kepribadian), dan MBB (Mata kuliah berkehidupan Bermasyarakat) (Tim penyusun, 2016). Mata kuliah Keilmuan dan ketrampilan adalah mata kuliah khusus program studi pendidikan Kimia, antara lain Kimia Fisika I dan II, Termodinamika, dan Termokimia.

Mata kuliah Kimia Fisika I dan II mempelajari konsep konsep materi yang berhubungan dengan gejala fisika, seperti persamaan keadaan Gas, Hukum hukum termodinamika, Kestimbangan Kimia, Kestimbangan fasa, Larutan non elektrolit, larutan elektrolit, Kinetika kimia, dan elektrokimia. Teori yang dipelajari pada materi perkuliahan Kimia fisika tersebut merupakan materi baku yang telah mapan, selama belum ada teori baru, hasil dari penemuan baru. Begitu pula contoh contoh penerapan teori tersebut, menggunakan contoh contoh yang telah baku, yang sebagian besar sama pada setiap buku Teksbook Kimia Fisika. Sehingga dengan mempelajari buku yang dikarang penulis yang berbeda akan didapatkan teori dan contoh penerapan teori yang sama. Oleh sebab itu penulis tertarik untuk mencoba menyusun uraian materi ajar Kimia Fisika yang meskipun mempunyai kesamaan



teori namun memberikan contoh penerapan dan uraian yang berbeda, yang berasal dari hasil penelitian yang menggunakan materi yang banyak tersedia di wilayah Sumatera selatan.

Penyusunan materi ajar Kimia Fisika yang memanfaatkan hasil penelitian ini merupakan salah satu luaran dari penelitian. Hasil Penelitian harus dapat disebar luaskan baik untuk kalangan Ilmiawan. Pakar sebagai sumbangsih pemikiran ilmiah, maupun untuk kaalangan masyarakat sebagai bentuk pengabdian. Selain untuk publikasi, hasil penelitian harus dapat dipadukan dengan mata kuliah yang diampu, link and match antara penelitian dengan mata kuliah yang diampu dosen, sehingga materi kuliah selalu mengalami pembaharuan sebagai akibat selalu meneliti.

Penelitian yang telah dilakukan adalah tentang batubara yang digali dari tambang batubara yang ada di Sumatera Selatan. Batubara tersebut dijadikan briket dengan penambahan bahan serat organik untuk mempercepat penyalaan. Setelah menjadi briket, dilanjutkan penentuan waktu mulai menyala, nilai kalor, dan lama menyala. Penelitian tentang briket ini dibuat menjadi bahan ajar dari mata kuliah Kimia Fisika, pokok bahasan Termodinamika, sub pokok bahasan Termokimia, sub sub pokok bahasan reaksi eksoterm.

Bahan ajar sub sub pokok bahasan Reaksi Eksoterm yang menggunakan hasil penelitian tentang briket batubara tersebut melalui makalah ini ingin ditunjukkan merupakan penerapan STEM dalam pembelajaran Kimia. Dalam bahan ajar Reaksi eksoterm akan ditunjukkan melibatkan Sains, technology, engineering, dan matematik.

Definisi STEM, menurut pakar STEM adalah melibatkan science, technology, engineering atau math untuk mencoba memahami bagaimana dunia pekerjaan dan untuk mengatasi berbagai permasalahan. Dalam menerapkan STEM sering menggunakan komputer dan peralatan lainnya. STEM memiliki nilai lebih, misalnya seseorang yang memiliki kompetensi STEM akan mempunyai banyak harapan berhasil dalam sekolahnya dan dunia kerja. Anak didik dan pekerja yang memiliki STEM menggunakan STEM sebagai kompetensinya sehingga bernilai lebih tinggi dari anak didiknya yang tidak memiliki kecakapan STEM, dan anak didik atau pekerja STEM memiliki nilai kerja dan kemauan kerja yang lebih tinggi dari mereka yang tidak memiliki kemampuan kerja STEM. (Carnevale, et.al., 2014).

2. Penerapan STEM dalam penentuan nilai Kalor Briket Batubara

Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang sangat cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran kimia. Kimia itu sendiri adalah ilmu pengetahuan sains. Dalam mempelajari Kimia memerlukan technology, engineering dan matematik, baik mempelajari sifat sifat materi, mempelajari perubahan perubahannya, maupun mempelajari hal hal yang berhubungan dengan energy yang menyertai perubahan materi tersebut. Sebagai aplikasi penerapan STEM dalam pembelajaran Kimia berikut ini diuraikan Penentuan nilai Kalor Briket Batubara, sebagai materi pelajaran Kimia sub sub pokok Bahasan Termokimia.

Bahan Ajar Penentuan nilai Kalor Briket Batubara terdiri dari : (a) Batubara Sumatera selatan, (b) Briket Batubara Sumatera Selatan, (c) Pembuatan Batubara berstimulan Penyalaan, (d) Perhitungan tentang matery dan energy yang terlibat dalam reaksi pembakaran briket. Selanjutnya diuraikan keempat bagian tersebut, untuk memperlihatkan bahwa bahan ajar Penentuan nilai Kalor Briket Batubara menerapkan konsep STEM.

(a) Batubara Sumatera selatan.

Batubara merupakan bahan bakar yang ketersediaannya di Sumatera Selatan sangat melimpah, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut..



Tabel 1. Cadangan Batubara di Indonesia dalam satuan jutaan Ton

No	Provinsi	Cadangan (juta ton)
1	Riau	16,54
2	Sumatera Barat	36,07
3	Jambi	18,00
4	Sumatera Selatan	2.679.000
5	Bengkulu	21,15
6	Kalimantan Tengah	48,59
7	Kalimantan selatan	1.867.84
8	Kalimantan Timur	2.071.68

Sumber : World Coal Institute, 2006

Hampir semua kabupaten di provinsi Sumatera Selatan memiliki cadangan sumber daya alam batubara dalam jumlah yang cukup besar. Beberapa kabupaten telah mengeksploitasi batubara. Beberapa tahun yang lalu, penambangan batubara hampir dilakukan di setiap daerah, sehingga menimbulkan polusi di jalan raya.

Batubara selama ini digunakan terbatas sebagai bahan bakar PLTU. Batubara belum digunakan secara meluas di rumah tangga atau industri kecil. Batubara memiliki kekurangan dibanding Gas, yaitu batubara tidak cepat menyala seperti gas. Provinsi Sumatera Selatan memiliki perkebunan sawit yang sangat luas. Selain menghasilkan minyak juga menghasilkan limbah, antara lain serat buah dan tandan sawit, dan Pelepah sawit. Serat buah dan tandan sawit telah dimanfaatkan sebagai tambahan bahan bakar pabrik, sedangkan pelepah sawit dibiarkan menjadi limbah di kebun di sela sela pohon sawit. Serat tersebut dapat dimanfaatkan untuk hal hal yang lebih bernilai ekonomi, seperti menjadi pakan ternak (Situmorang, 2010), sebagai biopellet bahan bakar (Rf, 2010). Pelepah sawit dapat digunakan untuk mempercepat penyalaaan batubara.

Batubara adalah senyawa karbon hasil pelapukan tumbuhan purba. Tumbuhan purba yang mengalami penimbunan mengalami degradasi. Komponen H₂O dan unsur unsur / senyawa yang mudah larut dalam air terbawa air keluar, yang akhirnya menyisakan unsur karbon yang dominan. Batubara mempunyai rumus kimia C₁₃₇H₉₇O₉NS untuk batubara bituminus dan C₂₄₀H₉₀O₄NS untuk batubara antrasit. Sebagai senyawa karbon yang berlimpah di alam, batubara digunakan terutama sebagai bahan bakar sumber energi.

Tumbuhan purba yang menjadi batubara ada yang termasuk phylum Alga, tumbuhan pteridofita, dan phylum Gimnospermae serta Angiospermae. Jenis-jenis tumbuhan pembentuk batu bara dan zaman terbentuknya adalah sebagai berikut:

- **Alga.** Alga membentuk batubara terjadi pada Zaman Pre-kambrium hingga hingga zaman Ordovisium.
- **Silofita,** Silofita membentuk batubara pada Zaman Silur hingga Devon Tengah.
- **Pteridofita.** Pteridofita adalah tumbuhan yang berkembang biak dengan spora. Pembentukan batubara terjadi pada zaman Devon. Batubara kelompok ini banyak terdapat di Amerika Utara dan Eropa.
- **Gymnosperma.** Phylum tumbuhan berbiji tertutup. Batubara terjadi pada zaman Permian sampai zaman Kapur Tengah. Batubara. banyak didapat di benua Asia, Afrika dan Australia.
- **Angiospermae.** Batubara yang terbentuk dari gimnospermae ini terjadi pada Zaman Kapur Atas.



(b) Briket Batubara Sumatera Selatan.

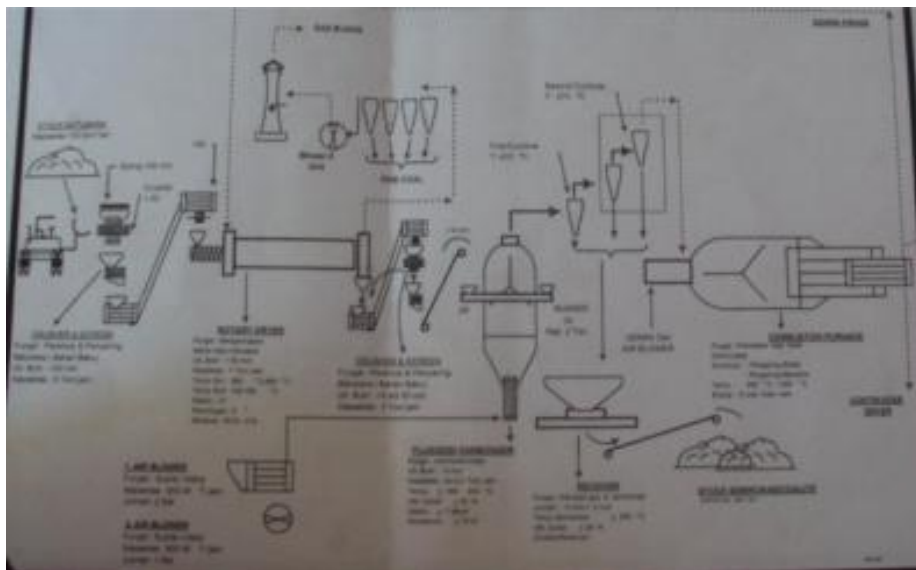
Mengenal Briket batubara Sumatera Selatan harus dimulai dengan mengenal Pabrik briket batubara yang berlokasi di daerah penambangan batubara Banko Barat di Tanjung Enim. Pabrik ini diresmikan pada tanggal 8 Mei 2011 dengan kapasitas produksi terpasang 10.000 ton per tahun. Proses produksi di pabrik briket batubara Tanjung Enim ini terdiri dari 2 tahap proses, yaitu **proses karbonisasi dan proses pembriketan**. Karbonisasi batubara untuk menurunkan kandungan volatile matter sampai dengan 50%, meningkatkan nilai kalori dan karbon sehingga produk akhirnya tidak berbau, low smoke, dan cukup aman digunakan untuk sektor rumah tangga. Karbonisasi yang digunakan adalah karbonisasi temperatur rendah dengan kisaran temperatur 450 – 480 °C. Produksi dari proses ini digunakan sebagai bahan baku briket batubara karbonisasi (super). Batubara yang digunakan untuk proses karbonisasi adalah batubara jenis sub bituminus atau steam coal.

Tabel 2. Spesifikasi Kualitas Batubara

No	Parameter	basis	satuan	Kisaran
1	Total Moisture (TM)	ar	%	21 – 31
2	Inherent Moisture (IM)	(adb)	%	10 – 20
3	Ash Content (Ash)	(adb)	%	0.1 – 11
4	Volatile Matter (VM)	(adb)	%	35 – 45
5	Fixed Carbon (FC)	(adb)	%	33 – 45
6	Sulfur (S)	(adb)	%	< 0.5
7	Calorie Value (CV)	(adb)	kal/gr	5000 – 6000

Sumber : UPB – TE PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.

Gambar 1. berikut ini menunjukkan proses karbonisasi batubara dalam pembuatan briket batubara super di UPB-TE PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.



Gambar 1. Proses Karbonisasi Batubara



Penggerusan. Proses karbonisasi dimulai dari penggerusan. Penggerusan ini bertujuan untuk mereduksi ukuran partikel batubara yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku proses karbonisasi. Alat yang digunakan untuk mereduksi ukuran partikel batubara ini adalah crusher.

Pengeringan. Pengeringan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air batubara dari 30% hingga menjadi 5% dengan temperatur input 600 – 800°C dan temperatur output 150 – 180°C. Alat yang digunakan untuk proses pengeringan batubara adalah rotary dryer.

Karbonisasi. Proses pengkarbonisasian ini menggunakan alat fluidized carbonizer yang bertujuan untuk mengkarbonisasi batubara berukuran < 5 mm pada temperatur operasi berkisar antara 440 – 445°C, yaitu dengan mengalirkan udara dalam reactor carbonizer. Proses pengkarbonisasian berlangsung secara kontinu dan terjadi pada fluidizing dengan kontak udara. Dinding carbonizer dilengkapi dengan caster fire brick (refractory) yang berfungsi untuk menurunkan temperatur tinggi pada bagian dalam carbonizer, agar temperatur tersebut tidak merambat ke bagian dinding sebelah luar. Batubara yang telah dikarbonisasi akan berupa semikokas dengan spesifikasi kualitas semikokas yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Kualitas Semikokas

No	Parameter	Basis	satuan	Kisaran
1	Total Moisture (TM)	Ar	%	15 - 20
2	Inherent Moisture (IM)	(adb)	%	2 - 7
3	Ash Content (Ash)	(adb)	%	4 - 9
4	Volatile Matter (VM)	(adb)	%	20 - 24
5	Fixed Carbon (FC)	(adb)	%	60 - 70
6	Sulfur (S)	(adb)	%	< 0.5
7	Calorie Value (CV)	(adb)	kal/gr	6000 - 7000

Sumber : UPB – TE PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.

Proses Pembriketan Batubara. Selain semikokas, dalam pembuatan briket diperlukan bahan pembantu berupa clay dan coustic soda (NaOH) cair. Bahan ini berfungsi sebagai bahan perekat (binder). Spesifikasi kualitas clay dan coustic soda (NaOH) cair yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Spesifikasi Clay

No	Parameter	Result	Parameter	Result
1	Silk	< 30%	Na ₂ CO ₃	Max 0.75%
2	Sand	< 15%	NaCl	Max 0.25%
3	Clay	< 45%	Fe(ppm)	Min 48 %
4	Ukuran Butir	< 1mm	Cyanide	None
5	NaOH	Min 48 %	NH ₃	None
6			Spesific Grafity	Min 1.5%

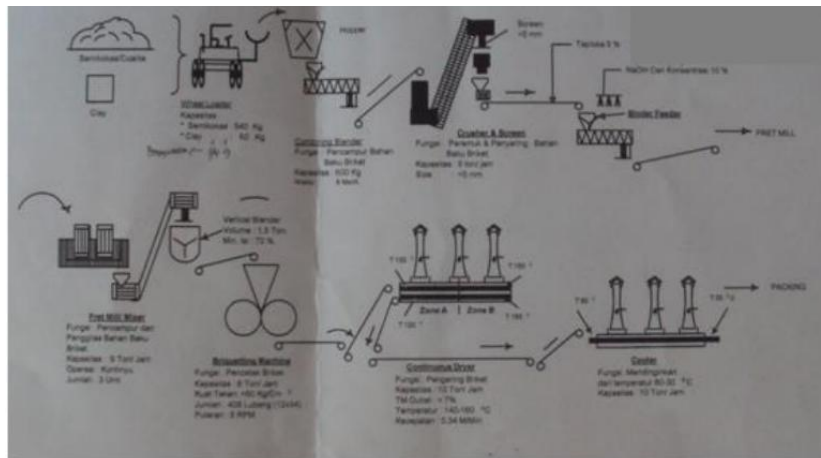
Sumber : UPB – TE PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.

Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi kualitas briket batubara karbonisasi (super) : Komposisi antara bahan baku dengan bahan pembantu dan Ukuran butir bahan baku. Saat ini pabrik briket PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. menggunakan komposisi antara bahan baku dengan bahan pembantu berupa clay dengan perbandingan 92,3% bahan baku (semikokas) berbanding 7,7% untuk clay. Sedangkan campuran bahan pembantu lain



seperti bahan perekat (binder) dengan komposisi 0,6% caustic soda dan 5,5 % tapioka dari jumlah bahan baku. Selain itu, ukuran butir semikokas dengan clay yang sudah dicampur secara homogen juga dapat mempengaruhi kualitas briket batubara itu sendiri.

Pembuatan briket batubara karbonisasi (super) melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut: **Penggerusan, Pencampuran, Pencetakan, pengeringan, Pendinginan, Pengepakan.** **Penggerusan** bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel semikokas dengan clay dengan ukuran butir tertentu. Penggerusan menggunakan alat crusher. **Pencampuran** bahan baku briket dengan komposisi tertentu bertujuan untuk mendapatkan bahan baku pembuatan briket yang homogen antara semikokas dengan binder. Alat yang digunakan adalah mixer, combining blender, horizontal kneader, dan fret mill. **Pencetakan** bertujuan untuk mencetak adonan briket yang telah tercampur secara homogen sebelumnya. Pencetakan ini membentuk adonan briket menjadi briket tipe telur (sesuai dengan bentuk mesin cetak yang digunakan). Alat pencetak briket yang digunakan adalah briquetting machine. **Pengeringan** bertujuan untuk mengeringkan briket dari kandungan air bebas, proses pengeringan dengan menggunakan energi panas pada temperatur 150°C selama 110 menit. Alat yang digunakan pada proses pengeringan ini adalah continuous dryer. **Pendinginan** bertujuan untuk menurunkan temperatur briket yang telah dikeringkan sebelumnya, sehingga tidak terbakar di dalam kemasan. Alat yang digunakan pada proses pendinginan ini adalah cooling tower. **Pengepakan** adalah proses pengemasan briket yang telah selesai. Gambar 2 berikut ini memperlihatkan alur dalam proses pembriketan dalam pembuatan briket batubara karbonisasi (super).



Gambar 2 Proses Pembuatan briket

Semikokas dan clay sebagai bahan baku briket dicampur menggunakan wheel loader dengan komposisi semikokas 92,3% bahan baku (semikokas) berbanding 7,7% untuk clay kemudian di-blending sampai homogen. Setelah tercampur secara homogen kemudian diangkut ke screw hopper 1 dan screw hopper 2 menggunakan wheel loader. Dengan menggunakan belt conveyor, campuran dialirkan ke fixed quantity feeder, kemudian secara kontinu dialirkan menuju first sieve untuk dipisahkan antara butiran < 50 mm dan > 50 mm atau briket yang didaur ulang dan material pengotor lainnya. Butiran > 50 mm dikeluarkan dari proses, sedangkan butiran < 50 mm dialirkan dengan belt conveyor ke crusher untuk digerus. Dengan menggunakan bucket elevator, material yang keluar dari crusher dibawa ke second sieve untuk dipisahkan antara ukuran butir < 3 mm dan > 3 mm dan bahan pengotor. Ukuran butir > 3 mm dikeluarkan dari proses untuk didaur ulang dan bahan pengotor dibuang. Bahan baku berukuran butir < 3 mm yang lolos dari second sieve, diumpungkan



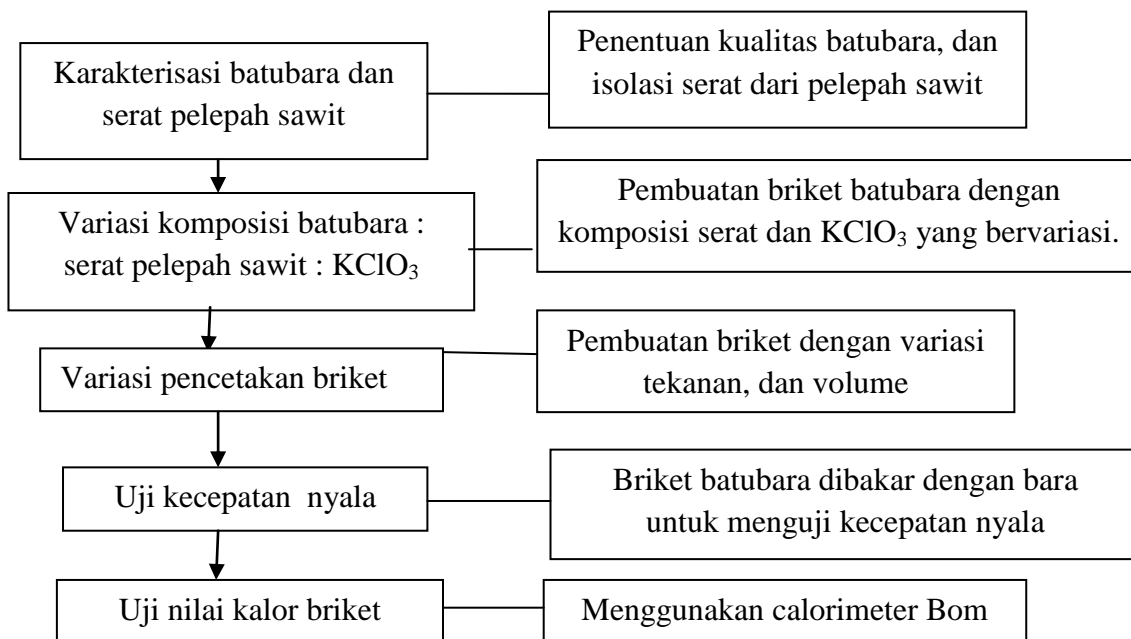
ke binder feeder dan ditambahkan tapioka. Bahan baku dari binder feeder dibawa ke horizontal kneader dan ditambahkan air dan caustic soda (NaOH) cair, kemudian adonan tersebut diumpukan ke freet mill untuk dicampur sampai homogen. Adonan yang keluar dari binder feeder dialirkan dengan bucket conveyor ke vertical blender dengan tujuan untuk mematangkan tapioka yang berfungsi sebagai perekat. Adonan dari vertical blender dialirkan ke briquetting machine untuk dicetak menjadi briket basah dengan kapasitas 5,5 ton per jam. Briket basah hasil pencetakan dialirkan dengan conveyor ke continuous dryer. Pengeringan briket basah di dalam continuous dryer dilakukan dengan mempertahankan temperatur 150°C selama ± 110 menit. Briket kering yang keluar dari continuous dryer dilewatkan melalui alat pendingin yaitu cooling tower dan kemudian ditampung di hopper, briket kering siap untuk dikemas dengan kapasitas 20 kg per karung.

Pengujian kualitas briket batubara karbonisasi (super) dilakukan dengan melakukan uji proksimat dan sulfur serta uji kuat tekan. Pengujian kualitas ini dilakukan dengan mengambil sampel dari setiap siklus produksi. Uji proksimat dan sulfur ini dilakukan terhadap sampel briket batubara yang telah diproduksi.

c. Pembuatan Batubara berstimulan Penyalaan.

Serat pelepah sawit dapat digunakan sebagai stimulan penyalaan dari briket batubara. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa pelepah sawit dapat dijadikan bahan bakar biomassa dalam bentuk bio pellet. Nilai kalori “biopellet” yang dihasilkan adalah 3.650 kkal/kg, setara dengan cangkang sawit (3.647 kkal/kg), lebih baik dari kayu bakar (3.500 kkal/kg) dan jauh lebih baik dibandingkan nilai kalori tandan kosong kelapa sawit (1.512 kkal/kg) (<http://biopelletpetiolesawit.innov.ipb.ac.id/>. 2016). Kandungan kimia batang pelepah daun sawit menurut Intara dkk. (2012) terdiri dari Selulosa 54,35 – 62,60 %, Lignin 24,50 – 32,80 %, Hemiselulosa 20,50 – 21,83 %, Ekstraktif 2,35 – 13,84 %, Silica 1,6 – 3,50 %, dan Abu (non silica) 2,30 – 2,60%.

Pembuatan Briket batubara - serat pelepah sawit dan kalium klorat seperti ditunjukkan berikut:



Gambar 3. Diagram alir pembuatan briket berstimulan



Pada tahap karakterisasi batubara dan serat pelepah sawit dilakukan penentuan kualitas batubara, dan isolasi serat dari pelepah sawit. Batubara yang digunakan berasal dari briket batubara produksi pabrik briket Batubara Bukit Asam. Dengan demikian batubara yang digunakan sudah terkarbonisasi, sudah aman dan layak digunakan di rumah tangga dan industry kecil. Batubara dikeringkan, ditumbuk kembali, dan disaring dengan shaker ukuran 20 mesh, 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh.

Pada tahap variasi komposisi batubara : serat pelepah sawit : $KClO_3$ dilakukan penimbangan batubara, serat pelepah sawit dan $KClO_3$. Penimbangan dilakukan menggunakan Neraca Digital Ohaus. Batubara/serat ditimbang sesuai dengan variasi komposisi briket yang akan dibuat.

Dalam pencetakan briket digunakan alat cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10 mm dan 40 mm. Tekanan yang digunakan untuk melakukan pencetakan briket bervariasi sesuai dengan variasi tekanan pencetakan. Setelah dicetak dilanjutkan dengan pengeringan. Pengeringan dihentikan setelah berat briket tidak mengalami penurunan lagi.

Setelah briket kering dilanjutkan dengan penentuan nilai kalor briket dan penentuan kecepatan menyala. Penentuan nilai kalor briket dengan menggunakan calorimeter bom, sedangkan penentuan kecepatan menyala briket dengan metode meletakkan briket yang diuji diatas briket batubara yang sedang menyala. Keadaan briket yang paling baik, nilai kalor yang paling tinggi dan waktu penyalaan paling singkat dijadikan criteria briket yang paling baik.

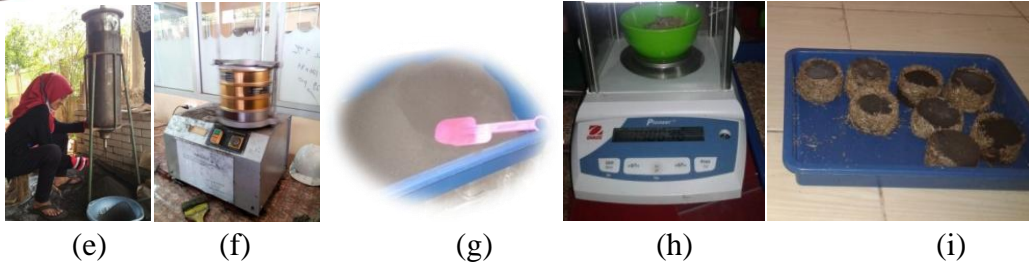
Gambar berikut menunjukkan penyiapan serat pelepah sawit dan batubara.



Gambar 4. (a) pengambilan pelepah sawit, (b) alat penghancur pelepah sawit untuk mendapatkan serat pelepah sawit, (c) Pisau penghancur pelepah sawit, (d) serat pelepah sawit sedang dijemur.

Serat pelepah sawit diambil dari pelepah sawit yang tumbuh di dalam Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya. Pelepah sawit yang di buang daun/lidi daunnya, kemudian di giling menggunakan alat giling pelepah sawit (gambar b). Pelepah sawit dipotong potong hingga kecil kecil. Gambar (c) menunjukkan pisau pemotong dalam alat penghancur. Pelepah sawit yang dihasilkan dengan menggunakan alat penghancur pelepah sawit kemudian dijemur matahari langsung hingga kering (gambar d)

Penyiapan briket dimulai dengan briket ditumbuk / dihancurkan menggunakan alat penumbuk (gambar e). Briket yang telah dihancurkan kemudian disaring dengan menggunakan shaker listrik (gambar f). Hasil saringan pada gambar (g). Serbuk batubara dan serat pelepah sawit dijemur di dalam oven hingga kering. Serbuk batubara dan serat pelepah sawit disaring dengan shaker ukuran mesh 20, 40, 60, 80 dan 100. Setelah batubara di saring, kemudian ditimbang menggunakan neraca digital Ohaus (gambar h), dengan variasi: 95 gram, 92,5 gram, 90 gram, 87,5 gram, dan 85 gram, sedangkan serat ditimbang dengan variasi: 4 gram, 6,5 gram, 9 gram, 11,5 gram, dan 14 gram (gambar i).



Gambar: 5 (e) alat penumbuk briket batubara, (f) shaker, penyaring serat dan batubara, berbagai ukuran mesh (g) serbuk batubara hasil saringan (h) Penimbangan serat atau batubara, (i) penimbangan briket dengan neraca digital.

Pembuatan briket batubara dengan variasi pembuatan seperti ditunjukkan dalam tabel berikut ini. Selain serat pelepah sawit yang digunakan sebagai stimulant penyalaan, juga digunakan serbuk kalium klorat ($KClO_3$). Serbuk kalium klorat digunakan untuk mempercepat pembakaran serat. Berat serbuk kalium klorat untuk setiap sampel briket dibuat dengan persentase tetap. Dalam penelitian ini digunakan $KClO_3$ sebanyak 0,2 gram untuk setiap 100 gram briket.

Tabel 5. Variasi berat batubara, berat serat, ukuran butir batubara, ukuran serat, variasi tekanan pencetakan dan variasi posisi serat dalam briket.

No	Berat batubara	Berat serat	Ukuran butir batubara	Ukuran besar serat	Tekanan (Psi)	Posisi serat
1	95 gram	5 gram	20 mesh	20 mesh	200	dalam
2	92,5 gram	7,5 gram	40 mesh	40 mesh	400	luar
3	90 gram	10 gram	60 mesh	60 mesh	600	bawah
4	87,5 gram	12,5 gram	80 mesh	80 mesh	800	samping
5	85 gram	15 gram	100 mesh	100 mesh	1000	Campur

Pencetakan briket batubara menggunakan alat Pres dan Briket yang dihasilkan ditunjukkan seperti gambar berikut.

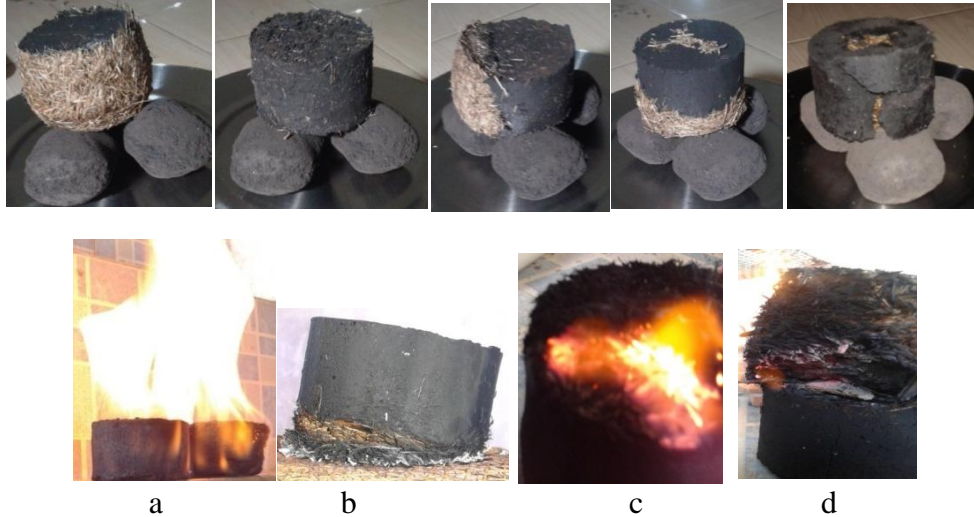


Gambar 6. Briket dengan variasi posisi serat sebelah luar, campur, samping, dalam, dan sebelah atas batubara.



(d). Perhitungan tentang materi dan energi dalam reaksi pembakaran briket.

Penentuan kecepatan nyala briket dimulai dengan cara menempelkan sampel briket yang mau diteliti di atas bara briket. Perhitungan waktu menggunakan stop watch dimulai saat briket diletakkan hingga batubara dari briket menyala. Posisi Briket berstimulan serat pelepah sawit dalam penentuan kecepatan nyala dan prose pengujian kecepatan nyala ditunjukkan dalam gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. (a) penyiapan bara untuk tempat uji kecepatan Nyala, (b) Briket batubara saat mulai penentuan uji, (c) dan (d) briket menyala / membara.

Waktu yang diperlukan untuk menyala dari briket batubara serat pelepah sawit yang dicetak dengan variasi posisi serat, kehalusan serat, ukuran butir batubara, dan variasi tekanan, di tunjukkan dalam tabel berikut :

Ditunjukkan bahwa posisi serat, kehalusan serat, ukuran butir batubara dan tekanan pencetakan mempengaruhi kecepatan menyala briket, misalnya semakin tinggi tekanan yang diterapkan dalam pembuatan briket, akan menyebabkan briket menyala semakin lama.



Tabel 6. Pengaruh posisi terhadap kecepatan menyala briket batubara berstimulan serat pelepah sawit

Waktu menyala (detik)	Briket A	Briket B	Briket C	Briket D	Briket E
Sampel 1	95,87	130,65	86,76	122,45	76,64
Sampel 2	93,76	139,55	80,88	120,86	78,54
Sampel 3	90,56	125,88	79,67	120,77	69,77
Sampel 4	90,35	129,93	84,23	127,53	75,75
Sampel 5	94,45	133,17	88,05	119,80	74,08
Rata rata	93,0	131,8	83,9	122,3	75,0
Waktu penyalaan (detik)	Serat 20 mesh	Serat 40 mesh	Serat 60 mesh	Serat 80 mesh	Serat 100 mesh
Sampel 1	95,88	95,44	93,55	90,55	87,23
Sampel 2	100,43	99,66	92,46	96,44	80,77
Sampel 3	96,78	92,75	90,55	89,55	90,65
Sampel 4	90,66	95,56	98,32	93,44	93,32
Sampel 5	98,88	92,75	93,25	89,90	86,64
Rata rata	96,5	95,2	93,6	92,0	87,7
Waktu penyalaan (detik)	Batubara 20 mesh	Batubara 40 mesh	Batubara 60 mesh	Batubara 80 mesh	Batubara 100 mesh
Sampel 1	135,35	130,02	129,88	110,98	120,35
Sampel 2	130,25	134,33	125,48	130,25	129,20
Sampel 3	133,45	130,25	137,28	135,55	128,53
Sampel 4	140,25	135,65	132,55	138,55	130,35
Sampel 5	130,30	133,20	130,57	135,88	126,75
Rata rata	133,9	132,7	131,2	130,2	127,0
Waktu penyalaan (detik)	Tekanan 200 Psi	Tekanan 400 Psi	Tekanan 600 Psi	Tekanan 800 Psi	Tekanan 1000 Psi
Sampel 1	86,78	90,50	90,90	95,20	90,90
Sampel 2	82,55	87,50	92,90	94,25	92,20
Sampel 3	83,99	86,79	90,10	90,50	99,35
Sampel 4	84,25	85,40	85,20	88,90	93,56
Sampel 5	85,45	86,90	88,30	88,24	95,91
Rata rata	84,6	87,4	89,5	91,4	94,4

Ditunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diterapkan dalam pembuatan briket, akan menyebabkan briket menyala semakin lama.

(e). Penentuan Nilai Kalor briket berstimulan serat pelepah sawit

Penentuan nilai kalor briket dilakukan menggunakan calorimeter bom, seperti gambar di bawah ini. Sekitar 1 gram briket dimasukkan ke dalam calorimeter bom. Reaksi umum yang terjadi dalam calorimeter Bom adalah :





Menggunakan prosedur operasional standar alat calorimeter bom tersebut, didapat data mengenai nilai kalor dari briket. Data nilai kalor briket berstimulan penyalaan serat pelepah sawit ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 7. Nilai kalor briket berstimulan penyalaan serat pelepah sawit

No	Spesifikasi briket	1	2	3	Rerata
	Variasi posisi (85 gram batubara 20 mesh, 5 gram serat 20 mesh, tekanan pencetakan 200 Psi)				
1	serat bercampur dengan batubara	4967	4975	4958	4966,7
2	serat sebelah dalam	4953	4960	4955	4956,0
3	serat sebelah luar	4943	4956	4966	4955,0
4	serat sebelah bawah	4949	4951	4965	4955,0
5	serat sebelah samping	4953	4940	4968	4953,7
Briket dengan posisi serat bercampur nilai kalornya lebih tinggi.					
	Variasi tekanan pencetakan				
6	tekanan pencetakan 400 Psi,	4955	4954	4960	4956,3
7	tekanan pencetakan 600 Psi,	4957	4960	4955	4957,3
8	tekanan pencetakan 800 Psi,	4959	4954	4966	4959,7
9	tekanan pencetakan 1000 Psi,	4961	4965	4958	4961,3
Briket dengan tekanan paling tinggi, nilai kalornya paling tinggi.					
	Variasi kehalusan serat				
10	serat 40 mesh,	4953	4889	4993	4945,0
11	serat 60 mesh,	4956	4950	4954	4953,3
12	serat 80 mesh,	4957	4945	4950	4950,7
13	serat 100 mesh,	4939	4966	4962	4955,7
variasi kehalusan serat tidak memperlihatkan pengaruh					
	Variasi berat serat				
14	7,5 gram serat	4908	4913	4902	4907,7
15	10 gram serat	4873	4880	4865	4872,7
16	12,5 gram serat	4840	4825	4850	4838,3
17	15 gram serat	4808	4800	4820	4809,3
Briket dengan semakin sedikit serat maka makin besar nilai kalor briket.					
	Variasi kehalusan batubara				
18	batubara 40 mesh,	4945	4949	4950	4948
19	batubara 60 mesh,	4946	4944	4948	4946,0
20	batubara 80 mesh,	4951	4934	4956	4947,0
21	batubara 100 mesh,	4950	4943	4944	4945,7
variasi kehalusan batubara tidak menunjukkan hubungan dengan nilai kalornya					
	Variasi berat batubara				
22	87,5 gram batubara	4947	4960	4939	4948,7
23	90 gram batubara	4949	4956	4943	4949,3
24	92,5 gram batubara	4951	4946	4959	4952
25	95 gram batubara	4953	4955	4966	4958,0
semakin banyak batubara, maka akan semakin meningkatkan nilai kalor.					



3. Simpulan

Dari uraian di atas, terlihat bahwa materi penentuan nilai kalor Briket batubara, merupakan materi pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEM. Dalam materi pelajaran tersebut di sampaikan sains tentang batubara, dan serat pelepah sawit. Dalam uraian di atas melibatkan penerapan teknologi pemrosesan batubara, pembuatan briket, dan penentuan nilai kalor. Dalam uraian di atas memperlihatkan terjadi perekayasa briket yang menjadi contoh diterapkannya engineering. Dalam pembelajaran briket diatas menghasilkan data data proses dan data data hasil yang dalam penarikan kesimpulan harus melalui analisa statistic dan perhitungan mathematic.

4. Penutup

Demikian uarian singkat makalah ini untuk menunjukkan bahwa STEM, begitu erat hubungannya dengan pembelajaran Kimia. Semoga makalah ini dapat memberi inspirasi bagi peneliti yang lain untuk mengubah hasil penelitian menjadi materi pembelajaran, sesuai dengan konsep konsep pendidikan dan paradigm yang ingin dibangun oleh proses pembelajaran masing masing.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sriwijaya yang telah membantu Dana Penelitian Unggulan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitiannya. Kepada Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah mensuport dosen dosennya sehingga dapat melaksanakan penelitian di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya. Begitu juga kepada semua rekan dosen dan Mahasiswa yang tergabung dalam tim penelitian, kami mengucapkan terimakasih atas kebersamaan kita dalam penelitian ini sehingga berhasil.

Daftar Rujukan

- Carnevale, Anthony V; Nicole Smith; Michele Melton, (2014), *STEM Science Technology Engineering Mathematic*, Centre on education and the workforce Georgetown University, diunduh dari <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-complete.pdf> tanggal 27 agustus 2017
- Rf., (2010), *Biopelet dari Pelepah Sawit*, pojokriset, Diunduh tgl. 12 february 2016 dari <http://ipbmag.ipb.ac.id/uploads/documentPDF/Biopelet> -dari -Pelepah -Sawit_9028665d0df2
- Situmorang, P.T.G, (2010), *Pemanfaatan pelepah dan daun kelapa sawit fermentasi dengan Aspergillus nigerterhadap pertambahan bobot badan sapi Bali*, Skripsi, USU, Medan.
- Tim Penyusun, (2016), *Buku Pedoman Akademik Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya tahun 2016*, Palembang, Penerbit Universitas Sriwijaya.



Thomas Larry, (2014) *Coal Geology*, Second Edition, Dargo Associates Ltd
<https://raregeologybooks.files.wordpress.com/2014/11/coal-geology.pdf> diunduh
tanggal 10 september 2017.

World Coal Institute, (2006), *Sumber Daya Batu bara Tinjauan Lengkap Mengenai Batu
bara*, [https://www.google.com/search?q=coal_resource_overview_coal_indonesia
n\(03_06_2009](https://www.google.com/search?q=coal_resource_overview_coal_indonesia_n(03_06_2009), (diunduh tanggal 20 April 2014).