

TUGAS AKHIR

**STUDI KARAKTERISTIK BATU BATA BERBAHAN LIMBAH ABU CANGKANG
KELAPA SAWIT DAN DAUN TEH (AKSDT)**



MUHAMMAD HIDAYAT MY

D121 14 508

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2019





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : *Studi Karakteristik Batu Bata Berbahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh (AKSDT)*

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Hidayat MY D121 14 508

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 22 Mei 2019

Pembimbing I

Prof. Dr. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.
NIP. 19680529 2002121002

Pembimbing II

Dr. Eng. Akbar Caronge, S.T., M.Eng.
NIDK. 8848260017

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001

TL - Unhas 8692/22 5/2019



Optimization Software:
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan ridho-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Studi Karakteristik Batu Bata Berbahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh (AKSDT)”**. Shalawat dan salam selalu tucurahkan kepada junjungan seluruh umat manusia Nabi Muhammad SAW, pimpinan dan sebaik-baik teladan bagi umat manusia. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa orang tua penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ayahanda H. Muhammad Yusuf dan Ibunda Hj. Rustiah atas doa-doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan telah mencurahkan segenap kasih sayang yang tak terbatas serta segala bentuk motivasi yang tak akan pernah dapat terbalaskan. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada saudara-saudari saya Arar, S.T. dan Ai . Terima kasih atas segala dukungan dan motivasi yang telah diberikan, serta untuk seluruh keluarga besar kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa demi kelancaran penelitian ini.

Dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini, penulis sangat terbantu oleh banyak pihak, karenanya penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Bapak Prof. Dr.Muh.Wihardi Tjaronge, S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dan Bapak Dr.Eng.Akbar Caronge, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II



yang telah memberikan arahan dan masukan selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

4. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Asiyanti T. Lando, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktunya untuk memberi masukan kepada penulis.
5. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Departemen Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi untuk menunjang skripsi penulis.
7. Untuk partner TA penulis, saudari Nurhafizah Basir, Aulia Mashyta Arifin dan saudara Mursadirul Alfiqry atas kerjasamanya dan selalu setia saling membantu baik dalam keadaan senang maupun susah semenjak pembuatan sampel hingga penulisan tugas akhir ini selesai.
8. Untuk rekan-rekan penulis, saudara Ian, S.T., Wahid, S.T., Arsyal, Evan, S.T., Taka, S.T., Aswin, Ghalib, Irma, S.T., adinda Fabian, Alam serta saudari Mitra, S.T., yang ikut andil dalam membantu penulis saat pembuatan sampel.
9. Untuk teman-teman pengurus HMTL FT-UH periode 2017/2018 yang telah menemani dan mendedikasikan waktu, tenaga dan pikirannya untuk HMTL FT-UH dan membantu penulis selama satu periode kepengurusan.
10. Untuk Koordinator, Sekretaris dan Bendahara Angkatan Sipil 2014 saudara Alvin Amartya NH, Rizkiyanto M. Taher dan Nabilah Shahnaz, S.T., yang telah menyisihkan waktu dan tenaganya selama perkuliahan untuk penulis.

Untuk teman-teman Portal 2015 yang telah berbagi cerita bersama baik dalam
a maupun duka dan telah mengajarkan arti kebersamaan, solidaritas serta
i dari sebuah proses.



12. Untuk kanda-kanda senior dan adik-adik Teknik Universtias Hasanuddin yang telah mengajarkan arti dari sebuah keikhlasan, memberikan motivasi dan pelajaran berharga lainnya kepada penulis.
13. Untuk kelompok pengabdian masyarakat KKN Gelombang 99 Kecamatan Turikale, Maros.
14. Untuk teman-teman angkatan ke-2 SMA Neg.6 Barru atas dukungan serta motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
15. Untuk Ibu Suhana yang telah banyak membantu dan memberikan do'a kepada penulis baik didalam maupun diluar kampus.
16. Untuk saudari Devy Arfianty yang telah menemani serta memberi semangat kepada penulis baik dalam keadaan suka maupun duka.
17. Dan kepada rekan, sahabat, keluarga dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.

Semoga Allah SWT membalaskan kebaikan kepada kalian semua. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Gowa, April 2019

Penulis,

MUHAMMAD HIDAYAT MY
D121 14 508



ABSTRAK

MUHAMMAD HIDAYAT MY. *Studi Karakteristik Batu Bata Berbahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh (AKSDT)* (dibimbing oleh Prof. Dr.Muh.Wihardi Tjaronge, S.T.,M.Eng. dan Dr.Eng.Akbar Caronge, S.T.,M.T).

Pesatnya pembangunan di sektor perumahan dan property menjadikan kebutuhan terhadap batu bata semakin meningkat sehingga tidak menutup kemungkinan akan pesatnya usaha pembuatan batu bata, dan tingginya permintaan akan batu bata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batu bata sebagai bahan bangunan dan persentase maksimum penggunaan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh (AKSDT). Metodologi yang dilakukan adalah dengan membuat batu bata pada industri batu bata setempat yang dicampur dengan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh (AKSDT) yang berasal dari salah satu industri teh dan melakukan pengujian di Laboratorium Struktur dan Bahan dengan melakukan percobaan kehilangan berat, berat jenis, kuat tekan, penyerapan air, *leachate*, dan karakteristik material yang kemudian dianalisis. Hasil yang didapatkan adalah persentase maksimum substitusi AKSDT terhadap tanah yang disarankan adalah sebesar 5 % yang memiliki kuat tekan sebesar 7,22 Mpa dan memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000 ,sedangkan substitusi 20 % tidak disarankan karena memiliki kualitas batu bata yang buruk dengan kuat tekan sebesar 2,35 Mpa. Sedangkan pengaruh substitusi AKSDT terhadap karakteristik *leachate* yang dihasilkan batu bata menunjukkan unsur-unsur kimia yang dihasilkan masih jauh dibawah ambang batas yang ditentukan oleh *United State Environmental Protection Agency* (USEPA) 1992.

Kata Kunci : Batu Bata, Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh, Kuat Tekan, *leachate*, Eksploitasi Tanah.



ABSTRACT

MUHAMMAD HIDAYAT MY. Characteristics Study of Bricks Made from Palm Oil Shell and Tea Leaves Ash Waste (AKSDT) (supervised by Prof. Dr. Muh. Wihardi Tjaronge, S. T., M. Eng. and Dr. Eng. Akbar Caronge, S.T., M.T).

The rapid development in the housing and property sector has made the needs for bricks is increasing, so that's does not rule out the possibility of brick-making businesses growing fast, and the high demand for bricks. This study aims to determine the characteristics of bricks as building materials and the maximum percentage of use of Palm Oil Shell and Tea Leaves Ash Waste (AKSDT). The methodology used is to make bricks in the local brick industry mixed with Palm Oil Shell and Tea Leaves Ash Waste (AKSDT) from one of the local tea industry and conduct testing in the Structure and Materials Laboratory by conducting experiments with weight loss, specific gravity, compressive strength, water absorption, leachate, and material characteristics, which are then analyzed. The results obtained are the recommended maximum percentage of Palm Oil Shell and Tea Leaves Ash Waste (AKSDT) substitution for soil is 5% that has a compressive strength at 7.22 Mpa and meets the requirements of SNI 15-2094-2000, while 20% substitution is not recommended because it has a bad quality of bricks that has a compressive strength at 2.35 Mpa. While the effect of AKSDT substitution on the characteristics of the leachate produced by bricks shows that the chemical elements produced are far below the threshold set by the 1992 United State Environmental Protection Agency (USEPA).

Keywords: Bricks, Palm Coconut Shell and Tea Leaves Ash, Compressive Strength, leachate, Land Exploitation.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Batu-Bata	6
B. Tanah	11
C. Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh	26
D. Penelitian Terdahulu	32
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Bagan Alir Penelitian	34
B. Tempat dan Waktu Penelitian	36
C. Jenis Penelitian dan Sumber Data	36

viii



D. Alat dan Bahan Penelitian	37
E. Benda Uji	41
F. Prosedur Penelitian	42
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Material	51
B. Kehilangan Berat Setelah Pembakaran	54
C. Kuat Tekan	56
D. Berat Jenis Batu-Bata	57
E. Penyerapan Air	59
F. Tes Lindi (<i>leachate</i>)	61
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	63
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Ukuran Batu Bata Berdasarkan SNI 15-2094-2000	9
Tabel 2.	Modul standar ukuran batu bata merah sesuai dengan SII-0021-78	9
Tabel 3.	Ukuran maksimum batu bata sesuai dengan SII-0021-78	9
Tabel 4.	Klasifikasi Kekuatan Bata SNI 15-2094-2000	10
Tabel 5.	Kekuatan Tekan Rata-rata Batu bata SII-0021,1978	10
Tabel 6.	Kelompok Tanah Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200)	23
Tabel 7.	Kelompok Tanah Kelompok tanah berbutir Halus (>35% lolos saringan no.200)	23
Tabel 8.	Sistem Klasifikasi AASHTO untuk Tanah	23
Tabel 9.	Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit	27
Tabel 10.	Komposisi Abu Cangkang Sawit Hasil Pembakaran Serat Dan Cangkang	28
Tabel 11.	Kandungan Unsur Kimia Abu Cangkang Sawit	28
Tabel 12.	Komposisi Abu Hasil Pembakaran Cangkang dan Serabut Kelapa Sawit	29
Tabel 13.	Sifat-Sifat Silika	31
Tabel 14.	Jadwal penelitian	36
Tabel 15.	Rancangan campuran batu bata	43
Tabel 16.	Jumlah Benda Uji	47
Tabel 17.	Analisa Saringan Tanah	51
Tabel 18.	Analisa Saringan Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh	52
Tabel 19.	Karakter Fisik dan Kimia Material	53
	• Kehilangan Berat batu bata setelah pembakaran	54
	• Kuat Tekan Sampel Batu Bata	56
	• Berat Jenis Sampel	57



Tabel 23. Penyerapan Air Sampel Batu Bata

59

Tabel 24. Hasil Tes Leached

61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Gambar skematis mineral lempung	16
Gambar 2.	Aktivitas mineral lempung	19
Gambar 3.	Metode pembuangan abu yang tidak memadai dengan kemungkinan polusi	32
Gambar 4.	Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 5.	Universal Testing Machine kapasitas 1000 kN	37
Gambar 6.	Cetakan Batu bata	37
Gambar 7.	Saringan	38
Gambar 8.	Timbangan <i>Portable Electronic Scale</i>	38
Gambar 9.	Timbangan Digital	39
Gambar 10.	Karung	39
Gambar 11.	<i>Atomic Absorption Spectrometry (AAS)</i>	40
Gambar 12.	Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit -Daun Teh (AKSDT)	40
Gambar 13.	Tanah Lempung	41
Gambar 14.	Sampel Batu bata	42
Gambar 15.	Penimbangan bahan material	43
Gambar 16.	Adonan Tanah Liat yang telah tercampur dan siap untuk dicetak	44
Gambar 17.	Lokasi Pengeringan Batu bata	45
Gambar 18.	Batu bata setelah dikeringkan	45
Gambar 19.	Lokasi Pembakaran Batu bata	46
Gambar 20.	Batu bata setelah dibakar	46
Gambar 21.	Proses pengeringan didalam oven	48
Gambar 22.	Perendaman Benda Uji	50
	23. Pengujian sampel air dalam alat AAS	50
	24. Grafik Analisa Saringan Tanah Lempung	52
	25. Grafik Analisa Saringan AKSDT	53



Gambar 26. Grafik Penurunan berat batu bata setelah dibakar	54
Gambar 27. Grafik Kuat Tekan Batu Bata	56
Gambar 28. Grafik Berat Jenis Sampel	58
Gambar 29. Grafik Hubungan Berat Jenis Terhadap Kuat Tekan	59
Gambar 30. Grafik Persentase Penyerapan Air	60
Gambar 31. Grafik Hubungan Penyerapan Air Terhadap Kuat Tekan	61



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan yang berkelanjutan banyak memberikan peluang bagi banyak orang. Apalagi ditunjang pendapatan yang semakin meningkat sehingga memberikan kesempatan untuk memenuhi kebutuhan utama, seperti properti. Dari hal inilah sebuah peluang muncul dalam pengadaan material utama pendukung dalam pembangunan properti yaitu batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk dinding pada bangunan perumahan, gedung, pagar, saluran dan pondasi. Membangun rumah menggunakan batu bata merah merupakan sesuatu yang lumrah dan biasa ditengah-tengah masyarakat kita. Material batu bata merah selain harganya terjangkau, juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan menggunakan material bangunan lainnya seperti batako, batu hebel, serta material lainnya. Pesatnya pembangunan di sektor perumahan dan property menjadikan kebutuhan terhadap batu bata semakin meningkat sehingga tidak menutup kemungkinan akan pesatnya usaha pembuatan batu bata, dan tingginya permintaan akan batu bata.

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding yang dibuat dari tanah yang dicetak kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi benar-benar kering, mengeras dan berwarna kemerah-merahan. Tanah yang digunakan pun bukanlah sembarang tanah, tetapi tanah yang agak liat sehingga bisa menyatu saat proses pencetakan. Tingginya produksi batu bata mengakibatkan dampak terhadap lingkungan salah satunya adalah penggunaan tanah liat yang dieksplorasi berlebihan diberbagai daerah sehingga dapat menimbulkan kerusakan ekosistem disekitarnya.

penambangan tanah lempung menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan sekitar, diantaranya yaitu penambangan material (tanah liat) akan menimbulkan bekas galian yang pada saat musim hujan menjadi genangan kolam



yang dalam. Lubang bekas galian memiliki bentuk dan kedalaman yang berbeda-beda yang berbentuk cekungan, datar atau tebing. Selain itu kegiatan pembukaan lahan / penyiapan lahan akan mengakibatkan hilangnya tanaman penutup tanah dan pohon. Hilangnya tanaman penutup ini mengakibatkan permukaan tanah menjadi rawan terhadap erosi oleh air maupun angin. Hilangnya tanaman tumbuhan pada areal tersebut, perubahan nutrisi lapisan tanah karena pengaruh panas, terjadinya erosi oleh air permukaan serta penurunan kualitas tanah. Oleh karena itu diperlukan alternatif guna mereduksi penggunaan tanah liat untuk membuat batu bata, salah satu alternatifnya adalah menggunakan limbah yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan tanah liat agar tidak mengurangi sifat mekanis dari batu bata sebagai material utama bahan bangunan.

Limbah industri yang sering kita jumpai dalam bentuk limbah padat adalah abu hasil pembakaran bahan organik yang sampai sekarang masih menjadi sisa dari proses pengolahan limbah yang belum bisa diatasi, dan limbah ini bisa kita gunakan sebagai bahan pengganti (subtitusional) dari penggunaan tanah karena abu hasil pembakaran ini mengandung unsur-unsur yang berguna dalam meningkatkan sifat mekanis batu bata. Salah satu penghasil limbah abu hasil pembakaran kebanyakan dihasilkan oleh Industri Teh, salah satunya Industri Teh di Kabupaten Gowa yang produksinya menggunakan bahan utama organik seperti daun teh dan kelapa sawit. Limbah abu yang dihasilkan dari perusahaan tersebut adalah limbah dari hasil pembakaran boiler menggunakan cangkang kelapa sawit yang dikombinasikan dengan ampas daun teh dengan perbandingan 70% : 30%. Abu boiler yang dihasilkan masih menyisahkan permasalahan lingkungan yaitu limbah padat sisa pembakaran yang dihasilkan belum dapat tertangani dengan baik dan hanya ditimbun disuatu tempat dalam areal kegiatan perusahaan. Penggunaan cangkang dan serat pada boiler menghasilkan 15% limbah padat berupa abu boiler, bila dilihat dari sifat fisik abu boiler yang sangat ringan, akan sangat mudah terbawa oleh air sehingga dapat menyebabkan pencemaran air dan udara. Abu boiler yang

masih menyisahkan permasalahan lingkungan yaitu limbah padat sisa pembakaran yang dihasilkan belum dapat tertangani dengan baik dan hanya ditimbun disuatu tempat dalam areal kegiatan perusahaan yang dapat



mengakibatkan partikel logam masuk kedalam pemukiman sekitar seperti Logam berat B, Ni, Cd masuk kedalam rantai makanan, erosi pada permukaan yang mengakibatkan partikel logam berat masuk kedalam pemukiman, jika terjadi hujan material logam berat akan ikut larut masuk kedalam air. Untuk itu, penulis mencoba untuk membuat batu bata dengan menambahkan abu cangkang kelapa sawit dan ampas daun teh (AKSDT) sebagai bahan pengganti sebagian tanah liat yang diharapkan dapat mereduksi tingkat penggunaan tanah liat dengan tidak mengurangi mutu pada batu bata.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan judul:

“Studi Karakteristik Batu Bata Berbahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh (AKSDT) “

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diambil rumusan masalah,

1. Bagaimana pengaruh pemanfaatan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh (AKSDT) dalam mereduksi penggunaan tanah dalam pembuatan batu bata
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh (AKSDT) terhadap kuat tekan batu bata.
3. Bagaimana Pengaruh penambahan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh (AKSDT) terhadap karakteristik *leachate* yang dihasilkan batu bata.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan AKSDT pada karakteristik batu-bata
2. Mengetahui presentasi maksimum substitusi limbah AKSDT terhadap tanah.

Untuk menganalisis karakteristik *leachate* batu-bata berbahan limbah AKSDT.



D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana, maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penambahan abu cangkang kelapa sawit - daun teh (AKSDT) sebagai bahan substitusi tanah liat dengan variasi 0%, 10%, 15%, dan 20% dari kadar tanah liat total
2. Penelitian ini membuat batu-bata berbentuk persegi dengan ukuran dimensi 20 cm x 10 cm dengan ketebalan 5 cm.
3. Pengujian kuat tekan dengan alat *Universal Testing Machine* 1000 kN.
4. Pembakaran batu-bata pada suhu 800-850°C
5. Tanah liat yang digunakan berupa tanah liat yang digunakan oleh produsen batu-bata.
6. Limbah abu yang digunakan berasal dari perusahaan pembuat teh yang berlokasi di Kabupaten Gowa dengan kombinasi abu cangkang kelapa sawit dan ampas daun teh dengan perbandingan 70% : 30%.

E. Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian ini, dapat menciptakan suatu komposisi batu-bata dengan penambahan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh sebagai substitusi tanah liat berbasis ramah lingkungan. Serta mengurangi eksploitasi berlebihan tanah liat dengan mengganti material utama untuk membuat batu-bata.

F. Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi dalam lima bab, yaitu: Pendahuluan, Literatur, Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan dan Kesimpulan dan Saran.



Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab tersebut di atas:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan hal - hal mengenai latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, rumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah serta sistematika penulisan yang berisi tentang penggambaran secara garis besar mengenai hal - hal yang dibahas dalam bab - bab berikutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kerangka konseptual yang memuat beberapa penulisan sebelumnya yang berkaitan dengan limbah abu cangkang kelapa sawit dan daun teh,

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap - tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi alat dan bagan yang digunakan, lokasi penelitian, pembuatan benda uji, perawatan benda uji dan pengujian kuat tekan benda uji Batu-bata.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang beberapa pengujian yang dilakukan untuk membandingkan tingkat efisiensi penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap kekuatan batu-bata. Serta tinjauan dampak lingkungan dan biaya yang dihasilkan dari penambahan abu cangkang kelapa sawit dan daun teh dengan tanah terhadap produksi batu bata.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai analisa hasil yang diperoleh saat penelitian dan disertai dengan saran - saran yang diusulkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Batu-Bata

Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. Batu bata merah adalah unsur bangunan yang digunakan untuk membuat suatu bangunan. Bahan bangunan untuk membuat batu bata merah berasal dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain yang kemudian dibakar pada suhu tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air (SII-0021-78).

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata terbuat dari tanah liat yang dibakar sampai berwarna kemerah-merahan. Bata merah merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah liat atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air (NI-10). Menurut Frick (1980) dalam Nurasyah (2010) bata merah merupakan hasil industri rumah yang dilakukan oleh rakyat menggunakan bahan-bahan dasar seperti lempung, sekam padi dan air.

Pada bidang konstruksi, batu bata biasa dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi perumahan dan fondasi ataupun sebagai dinding pembatas dan estetika pada konstruksi gedung tanpa memikul beban di atasnya. (Nurhaeri, 2016)

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan dasar pembangunan rumah yang sudah sangat umum digunakan di Indonesia, dari zaman dulu hingga zaman seperti saat ini bata merah memang sudah menjadi salah satu bahan wajib membangun rumah. Cukup bisa dimaklumi, bata merah masih lebih



banyak digunakan daripada bata ringan atau batako press, karena selain sudah teruji kekuatannya, mendapatkan jenis material ini pun tidak susah. (Ratih,2018).

Bata merah dibuat dari tanah liat atau lempung dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang dibakar pada suhu yang tinggi sehingga tidak hancur bila direndam dalam air. Pada awal proses pembuatan bata tanah liat dibuat plastis kemudian dicetak dalam cetakan kayu atau baja. Tanah hasil cetakan tersebut kemudian dikeringkan, selanjutnya dibakar pada suhu yang tinggi. Material batu bata yang baik terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang dicampur dalam perbandingan tertentu dengan sedikit air menjadi bersifat plastis. Sifat plastis tersebut sangat penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah, dikeringkan tanpa susut, retak-retak maupun melengkung. Jika terlalu banyak tanah liat (kurang pasir) akan mengakibatkan susutan bata menjadi sangat besar selama proses pengeringan dan pembakaran, juga menyebabkan bata menjadi retak dan melengkung (Wahyuni, 2016).

Suwardono (2002) dalam Umar (2018) menyatakan bahwa Standardisasi merupakan syarat mutlak dan menjadi suatu acuan penting dari sebuah industri di suatu negara. Salah satu contoh penting standardisasi dari sebuah industri adalah standardisasi dalam pembuatan batu bata. Standardisasi menurut Organisasi Internasional (ISO) merupakan proses penyusunan dan pemakaian aturan-aturan untuk melaksanakan suatu kegiatan secara teratur demi keuntungan dan kerjasama semua pihak yang berkepentingan, khususnya untuk meningkatkan ekonomi keseluruhan secara optimum dengan memperhatikan kondisi-kondisi fungsional dan persyaratan keamanan.

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-1991, batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang di peruntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. hal-hal yang harus di perhatikan pada pelaksanaan penelitian batu bata antara lain :

pembuatan bata

Proses pembuatan, dari penggalian tanah nya, pencampuran nya dengan air dan bahan-bahan lain jika perlu, hingga pemberian bentuknya.



dapat dilakukan seluruhnya dengan tangan dengan mempergunakan cetakan-cetakan kayu, atau pada prosesnya dipergunakan mesin-mesin (Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, 1978).

b. Kualitas batu bata

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan dan penyimpangan ukuran menurut SNI-10, 1978:6 yaitu;

- 1) Batu bata mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm² dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.
- 2) Batu bata mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm² sampai 100 kg/cm² dan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.
- 3) Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 60 kg/cm² sampai 80 kg/cm² dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

Adapun syarat-syarat batu bata dalam beberapa standar nasional meliputi beberapa aspek seperti :

a. Pandangan Luar

Batu bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul. Batu bata harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisanya harus datar.

b. Ukuran

Standar Bata Merah di Indonesia oleh Y.D.N.I (Yayasan Dana Normalisasi Indonesia) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut :

- 1) Panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm
- 2) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm



Tabel 1 menunjukkan Standar batu bata merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standar Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk batu bata merah.

Tabel 1. Ukuran Batu Bata Berdasarkan SNI 15-2094-2000

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±4
M-6c	70±3	110±6	230±4
M-6d	80±3	110±6	230±4

(Sumber: SNI 15-2094-2000)

Tabel 2 menunjukkan modul standar ukuran batu bata sesuai dengan SII-0021-78

Tabel 2. Modul standar ukuran batu bata merah sesuai dengan SII-0021-78

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65	90	190
M-5b	65	140	220
M-6	55	110	220

(Sumber : SII-0021-78)

Penyimpangan ukuran standar batu bata terbesar yang diperbolehkan dalam SII 0021-78, yaitu 3% untuk panjang maksimum, lebar maksimum 4%, dan tebal maksimum 5%. sedangkan selisih antara batu bata berukuran maksimum dengan batu bata berukuran minimum yang diperbolehkan, yaitu untuk panjang 10 mm, lebar 5 mm, dan tebal 4 mm, seperti yang terlihat pada **Tabel 3**

Tabel 3. Ukuran maksimum batu bata sesuai dengan SII-0021-78

Kelas	Penyimpangan Ukuran Maksimum (mm)		
	M-5a M-5b dan M-6		
	Tebal	Lebar	Panjang
25	2	3	5
50	2	3	5
100	2	3	4
150	2	2	4
200	2	2	4
250	2	2	4

(Sumber : SII-0021-78)



c. Kuat Tekan

Sesuai dengan SNI 15-2094-2000 maka Kuat tekan batu bata diklasifikasikan pada **Tabel 4**

Tabel 4. Klasifikasi Kekuatan Bata SNI 15-2094-2000

Mutu Bata Merah	Kuat Tekan Rata-Rata	
	kg/cm ²	N/mm ²
Tingkat I (Satu)	Lebih besar dari 100	>10
Tingkat II (Dua)	100 – 80	10-8
Tingkat III (Tiga)	80 – 60	8-6

(Sumber : SNI 15-2094-2000)

Tabel 5 memperlihatkan kekuatan tekan rata-rata batu bata menurut SII-0021,1978

Tabel 5. Kekuatan Tekan Rata-rata Batu bata SII-0021,1978

Kelas	Kekuatan tekan rata-rata batu bata		Koefisien variasi izin
	kg/cm ²	N/mm ²	
25	25	2,5	25 %
50	50	5,0	22 %
100	100	10	22 %
150	150	15	15 %
200	200	20	15 %
250	250	25	15 %

(Sumber : SII-0021,1978)

Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi bangunan perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan. Peningkatan yang dilakukan baik dari kualitas bahan material batu bata sendiri (material dasar tanah liat yang digunakan) maupun penambahan dengan bahan lain. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mencampur material dasar batu bata dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit dan daun teh.

d. Penyerapan air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

e. Garam yang membahayakan

Garam yang mudah larut dan membahayakan Magnesium Sulfat (MgSO₄), Natrium Sulfat (Na₂SO₄), Kalium Sulfat (K₂SO₄), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.



f. Kerapatan semu

Kerapatan semu minimum bata merah pasangan dinding 1,2 gram/cm

B. Tanah

Istilah “tanah” dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung sampai kerakal. Tanah dibentuk oleh pelapukan fisika dan kimiawi pada batuan. Pelapukan fisika terdiri atas dua jenis. Jenis pertama adalah penghancuran disebabkan terutama oleh pembasahan dan pengeringan terus-menerus ataupun pengaruh salju dan es. Jenis kedua adalah pengikisan, akibat air, angin ataupun es (*glacier*). Proses ini menghasilkan butir yang kecil sampai yang besar. Namun komposisinya masih tetap sama dengan batuan asalnya. Butiran lanau dan pasir biasanya terdiri atas satu jenis mineral saja. Butir lebih kasar terdiri atas beberapa jenis mineral, seperti halnya pada batuan asalnya. (Wesley, 2010)

Hary Cristady Hardiyatmo (2012) dalam Masri Budi Kurniawan (2016) Menyatakan Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel tersebut mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentukbentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia lainnya. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

Tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau lebih jenis berikut :



- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batu yang besar, biasanya berukuran 250 mm-300 mm dan untuk ukuran 150 mm -250 mm.
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm-150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm-5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm-5 mm sampai halus yang berukuran < 1 mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm - 0,0074 mm.
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kosehi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm. (Bowles,1991)

Tanah sebagai mineral yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah terjadi sebagai produk pecahan dari batuan yang mengalami pelapukan mekanis atau kimiawi. Pelapukan mekanis terjadi apabila batuan berubah menjadi fragmen yang lebih kecil tanpa terjadi suatu perubahan kimiawi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu pengaruh iklim, eksfoliasi, erosi oleh angin dan hujan, abrasi, serta kegiatan organik. Sedangkan pelapukan kimiawi meliputi perubahan mineral batuan menjadi senyawa mineral yang baru dengan proses yang terjadi antara lain seperti oksidasi, larutan (*solution*), pelarut (*leaching*). (Das, 1995)

Mahida (1984) dalam Ayu (2015), mendefinisikan tanah liat sebagai campuran partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah liat yang mempunyai sifatsifat karakteristik yang berlainan dalam ukuran yang kira- kira

ah satu ciri partikel-partikel tanah liat yaitu mempunyai muatan ion positif at dipertukarkan. Material tanah liat mempunyai daya serap yang baik



terhadap perubahan kadar kelembapan karena tanah liat mempunyai luas permukaan yang sangat besar.

Bowles (1991) dalam Ayu (2015), mendefinisikan tanah liat atau lempung sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm. Tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan.

Terzaghi (1987) dalam Ayu (2015), tanah liat atau lempung akan menjadi sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Tanah liat atau lempung mempunyai sifat permeabilitas sangat rendah dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Lempung atau tanah liat adalah suatu silika hidraaluminium yang kompleks dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot kH_2O$ dimana n dan k merupakan nilai numerik molekul yang terikat dan bervariasi untuk masa yang sama. Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya, ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel-partikel lempung juga mempunyai tenaga tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering (batu lempung).

Lempung adalah tanah hasil pelapukan batuan keras seperti : basalt(sebagai batuan dasar),andesit dan granit (batu besi). lempung sangat tergantung pada jenis batuan asalnya. umumnya batuan keras akan memberikan pengaruh warna pada lempung,seperti merah,sedangkan granit akan memberikan warna lempung menjadi putih. lempung disebut juga sebagai batuan sedimen (endapan),karena pada umumnya setelah terbentuk dari batuan keras,lempung akan diangkut oleh air dan angin,diendapkan dalam suatu tempat yang lebih rendah. lempung merupakan bahan alam yang sangat penting bagi manusia. bagian luar dari lempung disebut tubuh tanah.pada tubuh tanah ini terdapat sisa akar tumbuhan dan bahan organik lainnya yang membusuk,sehingga memberi warna abu-abu kehitaman pada ketebalan lempung ini mencapai 0,25 sampai 0,5 m.



Hardiyatmo (1999) dalam Ayu (2015), sifat-sifat yang dimiliki tanah liat atau lempung adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm
- b. Permeabilitas rendah
- c. Bersifat sangat kohesif
- d. Kadar kembang susut yang tinggi
- e. Proses konsolidasi lambat .

Aphin (2012) dalam Ayu (2015), lempung atau tanah liat ialah kata umum untuk partikel mineral yang mengandung unsur silika yang memiliki diameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan aluminium dengan ukuran partikel yang halus. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket saat basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasinya. Mineral lempung digolongkan berdasarkan susunan lapisan oksida silikon dan oksida aluminium yang membentuk kristalnya. Golongan 1:1 memiliki lapisan satu oksida silikon dan satu oksida aluminium, sementara golongan 2:1 memiliki dua lapisan golongan oksida silikon dan satu lapis oksida aluminium. Mineral lempung golongan 2:1 memiliki sifat elastis yang kuat, menyusut saat kering dan membesar saat basah. Karena perilaku inilah beberapa jenis tanah dapat membentuk kerutankerutan atau “pecah-pecah” bila kering.

Perlu dimengerti bahwa pelapukan fisika tidak pernah menghasilkan tanah bersifat lempung sekaligus ukurannya sama kecilnya dengan butir lempung. Untuk menghasilkan lempung, harus ada juga pelapukan kimiawi. Pelapukan kimiawi adalah proses yang lebih rumit daripada pelapukan fisika. Pelapukan kimiawi memerlukan air serta oksigen dan karbon dioksida. Proses kimiawi ini mengubah mineral yang terkandung dalam batuan menjadi jenis mineral lain yang sangat berbeda sifatnya. Mineral baru ini disebut mineral lempung. Jenis mineral ini yang adalah kaolinit, illite dan montmorillonite. Mineral ini masih termasuk yang disebut kristalin, dan besarnya umumnya lebih kecil dari 0,002 mm.



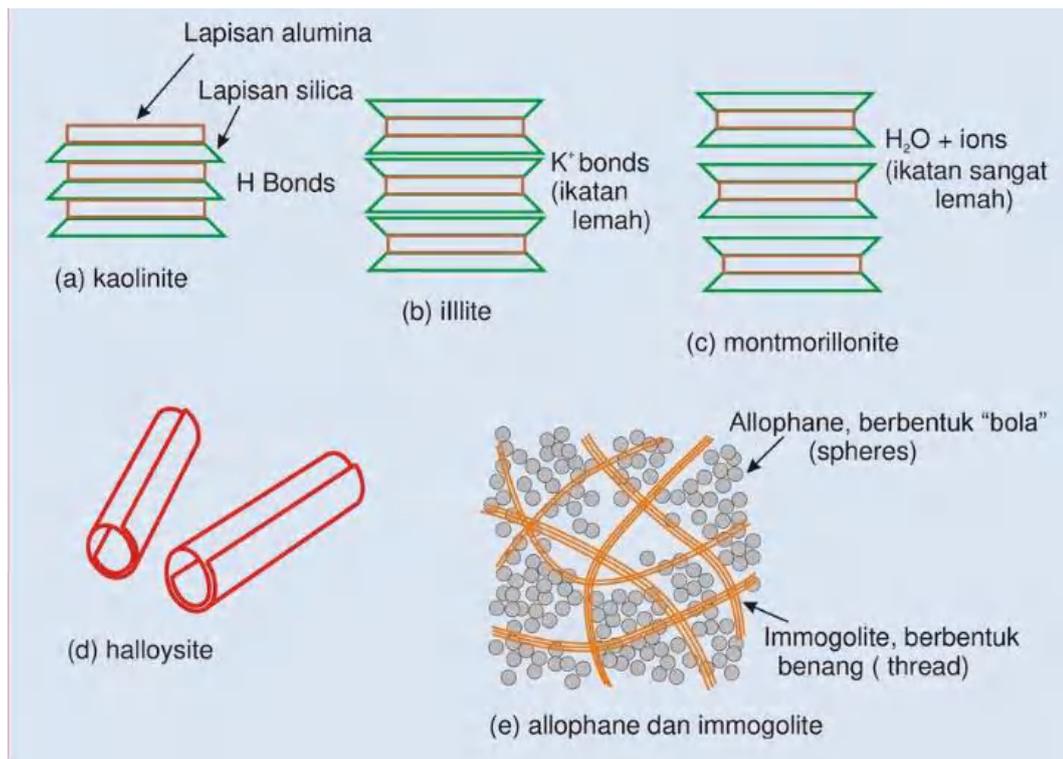
Mineral lempung inilah dan menghasilkan sifat lempung yang khusus, yaitu kohesi serta plastisitas (Wasley, 2010).

Jenis mineral lempung yang dihasilkan pada suatu keadaan tertentu bergantung pada batuan asal dan lingkungan pelapukan. Faktor- faktor penting adalah iklim, topografi, dan nilai ph dari air yang merembes dalam tanah. Misalnya, kaolinite dibentuk dari mineral feldspar akibat air dan karbon dioksida. Kwarsa adalah mineral yang paling tahan terhadap pelapukan, sehinggah tanah yang berasal dari granit biasanya mengandung banyak butir kasar yang terdiri atas kwarsa, (tercampur dengan butir lain yang lebih halus). Pelapukan kimiawi lebih keras pada iklim panas dan basah. Pada iklim semacam ini pelapukan dapat berlangsung sampai sangat dalam. Di Indonesia pelapukan masih berlangsung sampai sedalam puluhan meter. Cara pelapukan sebetulnya kurang penting diketahui dengan teliti yang penting adalah sifat tanah yang dihasilkan oleh proses pelapukan (Wasley, 2010).

Selain pelapukan fisika dan kimiawi, ada faktor lain yang terlibat dalam cara pembentukan tanah. Faktor terpenting adalah pengangkutan butir tanah dan kemudian pengendapannya di lain tempat seperti dilaut atau danau. (Wasley, 2010)

Mineral lempung merupakan suatu golongan butir tertentu yang menghasilkan sifat khusus pada tanah yang mengandung mineral lempung. Jenis mineral lempung yang terkenal adalah kaolinite, illite, dan montmorillonite. Struktur mineral ini disebut kristalin, yaitu molekulnya tersusun sehinggah merupakan “kesatuan“ dengan bentuk tertentu (Seperti Lapisan). Ada dua kesatuan khusus, yaitu “silica tetrahedron” dan “aluminium octaedron”. Kesatuan ini tersusun sehinggah merupakan butir sangat kecil dengan bentuk seperti piring (“*Plate-like*”) seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. (Wesley, 2010)





Gambar 1. Gambar skematis mineral lempung.(Wesley.2010)

Struktur butir kaolinite terdiri atas satu lapisan silika tetraedran dan satu lapisan aluminium oltahedron. Antara lapisan-lapisan ini terdapat ikatan agak kuat disebabkan oleh hidrogen. Butir illite terdiri atas satu lapisan alumina antara dua lapisan silika. Kesatuan baru ini diikat satu sama lain dengan ikatan potassium. (Wesley, 2010)

Razak (1987) dalam Hari (2015), berdasarkan tempat pengendapan dan asalnya,lempung dibagi dalam beberapa jenis:

1. Lempung residual

Lempung residual adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya.sifat lempung jenis ini adalah berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan,tidak plastis,semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.



2. Lempung illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit. lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya.

3. Lempung alluvial

Lempung alluvial adalah lempung yang diendapkan oleh air sungai di sekitar atau disepanjang sungai. pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

4. Lempung rawa

Lempung rawa adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. jenis lempung ini dicirikan oleh warnanya yang hitam. apabila terdapat di dekat laut akan mengandung garam. di Indonesia pada pembuatan batu bata merah dan genteng pada umumnya menggunakan lempung alluvial, karena sawahsawahnya rata-rata mengandung lempung alluvial dan jarang sekali menggunakan lempung marin. tanah liat memiliki komposisi kimia sebagai berikut :

- a. Silika (SiO_2), silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah liat menjadi pasiran dan mudah slaking, kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.
- b. Alumina (Al_2O_3), terdapat dalam mineral lempung, feldspar dan mika. Kadar alumina yang tinggi akan memperlebar jarak temperature sintering
- c. Komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan, tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. makin tinggi kadar besi tanah liat, makin rendah temperature peleburan tanah liat. mineral besi yang berbentuk kristal engan ukuran yang



besar dapat menyebabkan cacat pada permukaan produknya seperti pada batu bata atau keramik.

- d. CaO (kapur).terdapat dalam tanah liat dalam bentuk batu kapur. bertindak sebagai pelebur bila temperature pembakarannya mencapai lebih dari 11000°C , 5.MgO, terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran .
- e. Organik,bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan,misalnya : humus,bitumen dan karbon. bahan dasar pembuatan batu bata merah bersifat plastis, dimana tanah liat akan mengembang bila terkena air dan terjadi penyusutan bila dalam keadaan kering atau setelah proses pembakaran. tanah liat sebagai bahan dasar pembuatan batu bata merah mengalami proses pembakaran dengan temperatur yang tinggi hingga mengeras seperti batu. proses perubahan yang terjadi pada pembakaran tanah liat dalam suhu tertentu, yaitu: pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah liat pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah. pada temperatur antara 300°C - 600°C , air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah liat akan menguap dan akan menjadi kuat dan keras seperti batu.pada temperatur diatas 800°C , terjadi perubahan-perubahan kristal dari tanah liat dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras. senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah. tanah liat yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak. tanah liat yang sudah



dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah liat atau lempung oleh pengaruh udara maupun air.

Tanah lempung mempunyai sifat - sifat khas yaitu dalam keadaan kering akan bersifat keras, apabila dalam keadaan basah akan bersifat lunak plastis dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air, berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu. adapun sifat - sifat umum dari mineral lempung, yaitu (Hari 2015):

a. Aktivitas

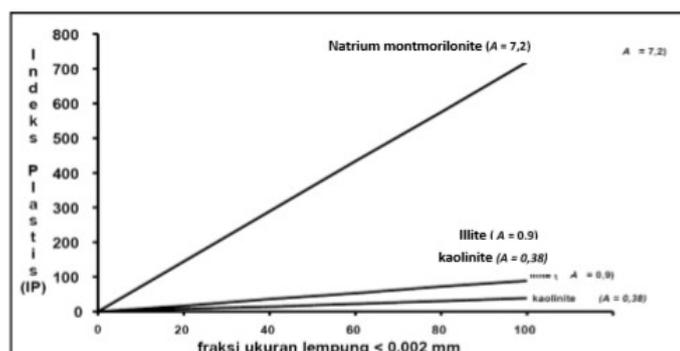
Aktivitas tanah lempung merupakan perbandingan antara indeks plastisitas (PI) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 2 μ m yang dinotasikan dengan huruf C dan disederhanakan dalam persamaan berikut:

$$A = PI/C$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang tanah lempung. berikut klasifikasi mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya :

- 1) Montmorillonite : tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) \geq 7,2;
- 2) Illite : tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) \geq 0,9 dan $<$ 7,2;
- 3) Kaolinite : tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) \geq 0,38 dan $<$ 0,9; dan
- 4) Polygorskite : tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) $<$ 0,38

Aktivitas Mineral Lempung diperlihatkan pada **Gambar 2**



Gambar 2 Aktivitas mineral lempung (Hari.2015)



b. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation yang disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 60°C-100°C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

c. Pengaruh air

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. pada pengujian di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang di dapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (dipolar). fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (CCl₄) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

d. Flokulasi dan Dispersi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal (*amorphus*) maka daya negatif, ion-ion H⁺ di dalam air, gaya Van der Waals, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok (*flock*) yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sendimen yang sangat lepas. flokulasi larutan dapat dinetralisir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H⁺),



sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi. lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala thixotropik, dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

Tanah lempung yang dibakar akan mengalami perubahan seperti berikut (Uraisyah 2010 dalam Hari 2015) :

- 1.) Pada temperatur + 150°C, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah.
- 2.) Pada temperatur antara 400°C – 600°C, air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah lempung akan menguap.
- 3.) Pada temperatur diatas 800°C, terjadi perubahan-perubahan kristal dari tanah lempung dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi poripori sehingga batu bata menjadi padat dan keras.
- 4.) Senyawa - senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata.
- 5.) Tanah lempung yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah, pecah dan retak. tanah lempung yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah lempung oleh pengaruh udara maupun air. Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok-sub kelompok berdasarkan pemakaiannya.(Das, 1995)

Sistem klasifikasi tanah memberikan bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat tanah yang bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci. Klasifikasi tanah juga berfungsi untuk study yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk mengetahui sifat teknis seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).



Adapun sistem klasifikasi tanah tersebut sebagai berikut :

a. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified System*

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik pondasi seperti untuk bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. klasifikasi berdasarkan *Unified system* (Das, 1988), tanah dikelompokkan menjadi :

- 1) Tanah butir kasar (*Coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) dan S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.
- 3) Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau, dan sisa tumbuh tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

b. Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Berdasarkan sifat tanahnya dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu :

- 1) Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200) diperlihatkan pada **Tabel 5**



Tabel 6. Kelompok Tanah Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200)

Kode	Karakteristik Tanah
A-1	Tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat plastis.
A-2	Terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir halus lolos saringan no.200 dan tidak plastis.
A-3	Kelompok batas tanah berbutir kasar dan halus dan merupakan campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus cukup banyak (<35%),

(Sumber: AASHTO,1929)

- 2) Kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan no.200) dapat dilihat pada **Tabel 7**

Tabel 7. Kelompok Tanah Kelompok tanah berbutir Halus (>35% lolos saringan no.200)

Kode	Karakteristik Tanah
A-4	Tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah
A-5	Tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir – butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari A – 4.
A-6	Tanah lempung yang masih mengandung butiran pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.
A-7	Tanah lempung yang lebih bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

(Sumber: AASHTO,1929)

Adapun sistem klasifikasi AASHTO ini didasarkan pada kriteria sebagai ukuran butir. dan plastis. ukuran butir. sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat pada **Tabel 8**

Tabel 8. Sistem Klasifikasi AASHTO untuk Tanah

Krikil	Tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).
Pasir	Tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).
Lanau dan Lempung	Tanah yang lolos ayakan No. 200.

(Sumber: AASHTO,1929)



plastisitas merupakan kemampuan tanah yang dapat menyesuaikan bentuk volume konstan tanpa retak-retak atau pun remuk. hal itu bergantung pada

kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. lanau dipakai apabila bagian – bagian halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang, sedangkan lempung dipakai jika bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisnya sebesar 11 atau lebih.

Tanah lempung (lempung) mempunyai sifat – sifat fisis dan kimia yang penting, antara lain : (Daryanto, 1994 dalam Rizak , 2014)

a. Plastisitas

Plastisitas tanah lempung ditentukan oleh kehalusan partikel – partikel tanah lempung. Kandungan plastisitas tanah lempung bervariasi., tergantung kehalusan dan kandungan lapisan air. Plastisitas berfungsi sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga batu bata yang dibentuk tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk. Tanah lempung dengan plastisitas yang tinggi juga akan sukar dibentuk sehingga perlu ditambahkan bahan bahan yang lain.

b. Kemampuan Bentuk

Tanah lempung yang digunakan untuk membuat keramik, batu bata dan genteng harus memiliki kemampuan bentuk agar dapat berdiri tanpa mengalami perubahan bentuk baik pada waktu proses maupun setelah pembentukan. Tanah lempung dikatakan memiliki daya kerja apabila mempunyai plastisitas dan kemampuan bentuk yang baik sehingga mudah dibentuk dan tetap mempertahankan bentuknya.

c. Daya Suspensi

Daya suspensi adalah sifat yang memungkinkan suatu bahan tetap dalam cairan. Flokulan merupakan suatu zat yang akan menyebabkan butiran – butiran tanah lempung berkumpul menjadi butiran yang lebih besar dan cepat mengendap, contohnya: magnesium sulfat. Deflokulan merupakan suatu zat yang akan mempertinggi daya suspensi (menghablur) sehingga butiran – butiran tanah lempung tetap melayang, contohnya: aterglass/sodium silikat, dan sodium karbonat.



d. Penyusutan

Tanah lempung untuk mengalami dua kali penyusutan, yakni susut kering (setelah mengalami proses pengeringan) dan susut bakar (setelah mengalami proses pembakaran). Penyusutan terjadi karena menguapnya air selaput pada permukaan dan air pembentuk atau air mekanis sehingga butiran tanah lempung menjadi rapat. Susut bakar dapat dianggap sebagai susut keseluruhan dari tanah lempung sejak dibentuk, dikeringkan sampai dibakar. Persentase penyusutan yang dipersyaratkan untuk jenis tanah lempung sebaiknya antara 10% - 15%. Tanah lempung yang terlalu plastis memiliki persentase penyusutan lebih dari 15% sehingga mengalami resiko retak/pecah yang tinggi. Untuk mengatasinya dapat ditambahkan pasir halus.

e. Suhu Bakar

Suhu bakar berkaitan langsung dengan suhu kematangan, yaitu kondisi benda yang telah mencapai kematangan pada suhu tertentu secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk, sehingga dapat dikatakan tanah lempung tersebut memiliki kualitas kemampuan bakar. Dalam proses pembakaran tanah lempung akan mengalami proses perubahan (*ceramic change*) pada suhu sekitar 600°C, dengan hilangnya air pembentuk dari bahan benda.

f. Warna Bakar

Warna bakar tanah lempung dipengaruhi oleh zat/bahan yang terikat secara kimiawi pada kandungan tanah. Warna pada tanah lempung disebabkan oleh zat yang mengotorinya, warna abu – abu sampai hitam mengandung zat arang dan sisa – sisa tumbuhan, warna merah disebabkan oleh oksida besi (Fe).

g. Porositas

Porositas atau absorpsi adalah persentase penyerapan air oleh badan keramik atau batu bata. Persentase porositas ditentukan oleh jenis badan, sehalusan unsur badan, penambahan pasir, kepadatan dinding bahan, serta suhu bakarnya. Tanah lempung poros biasanya fragile, artinya pada bentuk



– bentuk tertentu bila mendapatkan sentakan agak keras akan mudah patah/pecah. Tanah lempung *earthenware* umumnya mempunyai porositas paling tinggi sekitar 5% - 10% bila dibandingkan dengan stoneware atau porselin.

h. Kekuatan Kering

Kekuatan kering merupakan sifat tanah liat yang setelah dibentuk dan kondisinya cukup kering mempunyai kekuatan yang stabil, tidak berubah bila diangkat untuk keperluan finishing, pengeringan serta penyusunan dalam pembakaran. Kekuatan kering dipengaruhi oleh kehalusan butiran, jumlah air pembentuk, pencampuran dengan bahan lain dan teknik pembentukan.

i. Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan perbandingan besar butiran – butiran tanah dengan bentuk butiran – butiran tersebut. Sifat liat, susut kering dan kekuatan kering sangat tergantung dari struktur tanah liatnya. Struktur tanah liat dibedakan dalam dua golongan yaitu tanah liat sebagai struktur halus dan pasir sebagai struktur kasar.

j. Slaking

Slaking merupakan sifat tanah liat yaitu dapat hancur dalam air menjadi butiran – butiran halus dalam waktu tertentu pada suhu udara biasa. Makin kurang daya ikat tanah liat semakin cepat hancurnya. Sifat slaking ini berhubungan dengan pelunakan tanah liat dan penyimpanannya. Tanah liat yang keras membutuhkan waktu lama untuk hancur, sedangkan tanah liat yang lunak membutuhkan waktu lebih cepat.

C. Abu Cangkang Kelapa Sawit dan Daun Teh

Cangkang sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang pada kelapa sawit. Produk samping dari pengolahan kelapa sawit adalah sawit yang asalnya dari tempurung kelapa sawit.



Tabel 9 Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Hasil (%)
Kadar Air (moisture in analysis)	7,8
Kadar Abu (ash content)	
Kadar yang menguap (volatile matter)	2,2
Karbon aktif murni (fixed carbon)	69,5

(Sumber : Ma et.al, 2004 dalam Asri, 2018)

Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut (Husein, 2009 dalam Asri, 2018). Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai kandungan antara lain : Dimana kandungan yang terkandung pada cangkang mempunyai persentase (%) yang berbeda jumlahnya. Antara lain : kalium (K) sebesar 7,5 %, natrium (Na) sebesar 1,1, kalsium (Ca) 1,5 %, klor (Cl) sebesar 2,8 %, karbonat (CO₃) sebesar 1,9 %, nitrogen (N) sebesar 0,05 % posfat (P) sebesar 0,9 % dan silika (SiO₂) sebesar 61 %. Bahan bakar cangkang ini setelah mengalami proses pembakaran akan berubah menjadi arang, kemudian arang tersebut dengan adanya udara pada dapur akan terbang sebagai ukuran partikel kecil yang dinamakan partikel pijar. (Sutanto, 2013 dalam Asri, 2018).

Abu boiler kelapa sawit yang merupakan limbah dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit di dalam dapur atau tungku pembakaran (*boiler*) dengan suhu 7000°C sampai dengan 8000°C (Elhusna. dkk, 2013 dalam Ecohadi, 2016)). Abu cangkang sawit tersebut merupakan salah satu material sisa dari proses pengolahan yang selama ini dianggap sebagai limbah. Limbah tersebut masih belum dimanfaatkan secara maksimal penggunaannya (Rosalia dkk, 2013 dalam Ecohadi 2016). Cangkang sawit merupakan salah satu limbah pengolahan dari minyak kelapa sawit yang cukup besar yaitu mencapai 60% dari produksi minyak (Elly, 2013 dalam Ecohadi, 2013). Cangkang sawit merupakan bagian paling keras yang terdapat pada kelapa sawit yang menghasilkan kalori mencapai

10000 kJ/kg. Pada industri pengolahan minyak *Crude Palm Oil* (CPO) salah satu sumber energi utama cangkang kelapa sawit sebagai bahan bakar untuk ketel uap. Dimana, ketel uap ini yang menjadi tenaga sumber uap yang akan dipakai



mengolah kelapa sawit. Adapun alasan digunakannya serabut dan cangkang sebagai bahan bakar adalah : 1. Bahan bakar cangkang cukup tersedia dan mudah diperoleh di pabrik 2. Cangkang dan serabut merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit apabila tidak digunakan 3. Nilai kalor bahan bakar cangkang dan serabut memenuhi persyaratan untuk menghasilkan panas yang diperlukan 4. Harga lebih ekonomis jika dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar batubara Menurut Graille (1985) dalam Ecohadi (2016) abu cangkang sawit hasil pembakaran banyak mengandung silika. Abu sawit juga mengandung kation anorganik seperti kalium dan natrium. Adapun komposisi abu hasil pembakaran serat dan cangkang dapat dilihat pada **Tabel 10**

Tabel 10. Komposisi Abu Cangkang Sawit Hasil Pembakaran Serat Dan Cangkang

Unsur/Senyawa	Serat (%)	Cangkang (%)
Kalium (K)	9.2	7.5
Natrium (Na)	0.5	1.1
Kalsium (Ca)	4.9	1.5
Magnesium (Mg)	2.3	2.8
Klor (Cl)	2.5	1.3
Karbonat (CaCO₃)	2.6	1.9
Nitrogen (N)	0.04	0.05
Pospat (P)	1.4	0.9
Silika (SiO₂)	59.1	61

(Sumber: Graille dkk, 1985 dalam Ecohadi, 2016)

Menurut Hutahean (2007) dalam Ecohadi (2016) kandungan unsur kimia abu cangkang sawit dapat dilihat pada **Tabel 11**

Tabel 11. Kandungan Unsur Kimia Abu Cangkang Sawit

Senyawa	Persentase (0%)
SiO₂	58.02
Al₂O₃	8.7
Fe₂O₃	2.6
CaO	12.65
MgO	4.23
Na₂O	0.41
K₂O	0.72
H₂O	1.97
Hilang Pijar	8.59

(Sumber: Hutahean, 2007 dalam Ecohadi, 2016)

Menurut Nugroho (2013) dalam Ecohadi (2016) komposisi abu hasil pembakaran cangkang dan serabut kelapa sawit dapat dilihat pada **Tabel 12**



Tabel 12. Komposisi Abu Hasil Pembakaran Cangkang dan Serabut Kelapa Sawit

Senyawa	%Berat
SiO ₂	45.2
Al ₂ O ₃	1.83
Fe ₂ O ₃	1.91
CaO	11.16
Na ₂ O	0.09
K ₂ O	4.91

(Sumber: Nugroho 2013 dalam Ecohadi 2016)

Berdasarkan pengamatan secara visual abu kelapa sawit memiliki karakteristik sebagai berikut: bentuk partikel abu sawit tidak beraturan, ada yang memiliki butiran bulat panjang, bulat dan persegi dengan ukuran butiran 0 – 2.3 mm serta memiliki warna abu-abu kehitaman (Kurniawandy dkk, 2012 dalam Ecohadi, 2016).

Teh merupakan salah satu minuman seduh yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia selain kopi. Di Indonesia sendiri tingkat produksi teh berdasarkan data statistik perkebunan Indonesia menurut status perusahaan dari tiga tahun terakhir meningkat yakni 146,168 ton produksi teh per tahun pada tahun 2017. Akan tetapi Indonesia pernah mencapai angka tertinggi dalam memproduksi teh sebesar 169,821 ton pada tahun 2003. (Rino, 2018)

Di Indonesia dan beberapa negara lainnya, teh merupakan minuman sehari-hari yang banyak disukai karena kandungan kafein yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi. Pengolahan teh terbesar didominasi dalam bentuk teh hitam, sisanya teh hijau, sedangkan industri teh wangi merupakan hasil olahan teh hitam. (Rino, 2018)



Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan teh berupa ampas daun biasanya dimanfaatkan sebagai media tanam terhadap berbagai pertumbuhan tanaman. Selain itu ampas daun teh juga dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif apabila dikelola dengan baik.

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh Zoller dalam Rino (2018), abu yang dihasilkan dari proses pembakaran daun teh memiliki kandungan Silika (SiO_2) yang cukup tinggi. Analisis yang dilakukan Zoller menunjukkan bahwa kandungan silika pada abu yang diperoleh dari hasil pembakaran ampas daun teh lebih tinggi daripada silika yang terkandung pada abu dari hasil pembakaran daun teh yang masih segar.

Silika (*silicon dioxide*) merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 yang dapat di peroleh dari silica mineral dan sintesis kristal. Mineral silika adalah senyawa yang banyak mengandung SiO_2 yang di temukan dalam bahan tambang dan galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar (Kalapathy, 1999). Bentuk –bentuk silika merupakan beberapa struktur kristal yang penting bukan saja karena silika merupakan zat yang melimpah dan berguna, tetapi karena strukturnya (SiO_2) adalah unit yang mendasar dalam kebanyakan mineral (Keenan, 1992). Selain terbentuk silika alami, silika juga dapat di peroleh dengan cara memanaskan pasir kuarsa pada suhu 870°C sehingga terbentuk silika dengan struktur trimidit, dan bila pemanasan dilakukan dengan suhu 1470°C dapat diperoleh silika dengan struktur kristobalit. Silika dapat di bentuk dengan mereaksikan silicon dengan oksigen atau udara pada suhu tinggi (Iler, 1979 dalam Ecohadi, 2016).



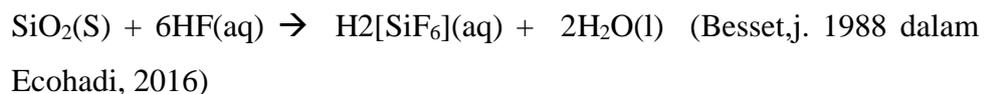
Tabel 13. Sifat-Sifat Silika

Sifat	Hasil
Berat jenis (g/cm ³)	2.6
Bentuk	Padat
Daya Larut dalam air	Tidak larut
Titik cair (°C)	1610
Titik didih (°C)	2230
Kekerasan (kg/mm ²)	650
Keuatan tekuk (MPa)	70
Keuatan tarik (MPa)	110
Modulus elastisitas (GPa)	73-75
Resistivitas (m)	>1014
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur Kristal	Kristobalit, trimidit, kuarsa

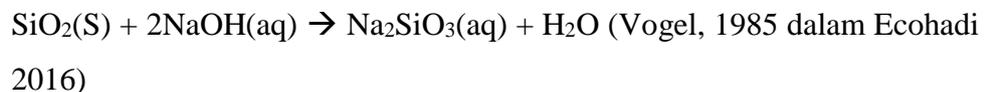
(Sumber. Iler, 1979 dalam Ecohadi 2016)

Selain sifat diatas silika juga memiliki sifat kimia anantara lain sebagai berikut:

- Reaksi dengan asam Silika relative terhadap asam kecuali hidrofluorida seperti reaksi berikut $\text{SiO}_2(\text{S}) + 4\text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{SiF}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ Dengan asam hidrofluorida berlebih reaksi nya menjadi:



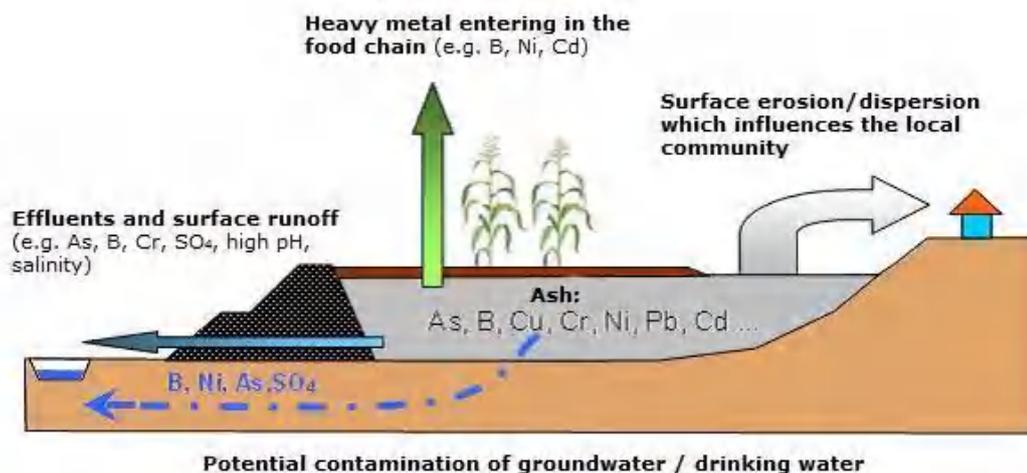
- Reaksi basa Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.



Secara komersial, silika di buat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu disperse pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hydrosol atau asam silikat yang kemudian di keringkan pada suhu 110°C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi:



Dibeberapa negara eropa telah lama menggunakan biomassa untuk energi produksi, dengan membentuk regulasi yang memungkinkan pengendalian dan penggunaan kembali abu dari pembangkit listrik tenaga biomassa, seperti di Jerman, penggunaan abu biomassa sebagai pupuk telah diterapkan tetapi dalam kondisi yang berbeda dengan berbagai jenis pupuk, sedangkan di Belanda tidak ada aturan khusus dalam penggunaan abu biomassa dalam aplikasi kehutanan, yang artinya penyebaran limbah dalam kehutanan harus memenuhi syarat. Meskipun gagasan utama dalam mengembalikan mineral abu ke tanah yang berasal dari produksi biomassa relatif sulit untuk diaplikasikan karena kandungan logam berat yang terkandung dalam abu, selain itu lahan untuk landfill semakin terbatas dan volume abu yang terus meningkat. Salah satu masalah lingkungan akibat abu yang dikembalikan ke tanah atau landfill mengakibatkan kontaminasi sumber daya air tanah, yang dimana rembesan air hujan akan mengikut sertakan logam berat pada abu yang ikut masuk kedalam tanah, serta kemungkinan ketikasuburan lahan pertanian. (Ivana, 2017)



Gambar 3. Metode pembuangan abu yang tidak memadai dengan kemungkinan polusi (Ivana,2017)

D. Penelitian Terdahulu

beberapa penelitian telah dilakukan guna memberikan substitusi kepada untuk dijadikan batu bata. Wahyuni (2016) dalam judulnya Uji Kuat Tekan,



Daya Serap Air dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca menyimpulkan bahwa, berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan serbuk kaca, maka diperoleh beberapa hasil bahwa penambahan agregat serbuk limbah botol kaca dengan komposisi 10 % sampai 40% dapat mempengaruhi nilai kuat tekan, daya serap air dan densitas pada material batu bata. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas digunakan masing-masing komposisi serbuk kaca yaitu 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan secara minimum $223,41 \text{ kg/cm}^2$ dan maksimumnya $253,37 \text{ kg/cm}^2$ (sesuai kategori kelas 200 menurut SII-0021 1978); nilai daya serap air diperoleh secara minimum 12,06 % dan maksimum 17,66 % (sesuai standar SII 15-2094-2000), nilai densitas pada sampel kuat tekan diperoleh $1,48 - 1,64 \text{ gr/cm}^3$ (sesuai standar SNI-03-4164-1996) dan nilai densitas pada sampel daya serap air diperoleh $1,57 - 1,68 \text{ gr/cm}^3$ (sesuai standar SNI-03 4164-1996)

Nurhaeri, dkk (2016) dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh Silika (SiO_2) Dalam Ampas Tebu Dan Sekam Padi Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Batu Bata Tanpa Pembakaran melakukan penelitian dengan ada 3 jenis campuran yang dibuat dengan proporsi variasi campuran 30% bahan aditif, 60% tanah liat, dan semen sebanyak 10%. Variasi komposisi antara abu sekam padi dan abu ampas tebu dibuat dengan menggunakan perbandingan C1 30%:0%; C2 15%:15%; C3 0%:30%. Cetakan benda uji berukuran panjang 5 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan tertinggi berada pada umur 28 hari sebesar 27.903 kg/cm^2 pada C2. Hasil uji kuat tekan batu bata tanpa pembakaran selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengujian batu bata konvensional guna mengetahui perbedaan nilai kuat tekan. Adapun hasil uji kuat tekan batu bata konvensional sebesar 23.61 kg/cm^2 dengan perbedaan nilai sebesar $4,29 \text{ kg/cm}^2$.

Dalam penelitian ini penulis berasumsi bahwa pembuatan batu bata dengan material tanah dengan limbah perusahaan teh berupa abu cangkang wit dan daun teh (AKSDT) masih belum pernah dilakukan sebelumnya, dan penelitian ini dianggap bersifat *original* oleh penulis.

