Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository University of Riau
https://repository.unri.ac.id
Hak cipta milik Universitas Riau

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PULP GREEN LIQUOR DREGS DAN SLAKER GRITS DARI PABRIK KERTAS PT.INDAH KIAT UNTUK PEMBUATAN BATAKO

[1]Herdinal Rizki, [2]Emrizal Mahidin Tamboesai

[1]Mahasiswa Program S1 Kimia
[2]Dosen Bidang Kimia Anorganik Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*herdinal.rizki@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Industrial waste is a by-product of industrial processes from waste material or building material. The study aimed to analyze the used of solid waste pulp dreg and grits through chemical characterization to make bricks. Chararacterization of material used *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Fluoresence* (XRF) and IR Prestige-21 instruments aimed to analyze the chemical content of the waste. Test of compressive strength using Universal Testing Machine (UTM) aimed to analyze the strength of material when given a load with certain pressure. The result showed that the best which for bricks that lower water absorption and bricks that have large compressive strength value.

Keyword: Bricks, Green Liquor Dreg and Slaker Grits,

ABSTRAK

Limbah industri merupakan hasil samping proses perindustrian dari jenis bahan sisa atau bahan bangunan. Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan limbah padat pulp *dreg* dan *grits* melalui karakterisasi kimia untuk dijadikan batako. Karakterisasi dengan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Fluoresence* (XRF) dan IR Prestige-21 bertujuan menganalisis kandungan kimia dari limbah tersebut. Uji kuat tekan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dilakukan dengan cara menganalisis benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Hasil menunjukkan nilai kuat tekan dan daya serap air yang pada batako memiliki daya serap air lebih rendah dan batako yang memiliki nilai kuat tekan besar.

Kata Kunci: Batako, Bubur Kertas dan Cairan Lindi Hijau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository Universitas Riau
https://repository.unri.ac.id/
© Hak Cipta milik Universitas Riau

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, salah satu perusahaan besar yang bergerak disektor perindustrian pulp dan kertas adalah PT. Indah Kiat Pulp and Papers. Perusahaan ini terletak di Kecamatan Tualang Kabupaten Siak. Meningkatnya aktivitas produksi dari perusahaan industri maka semakin meningkat pula limbah hasil pengolahan yang dihasilkan (Amrizal dkk., 2016). Limbah industri merupakan hasil samping proses perindustrian dari jenis bahan sisa atau bahan bangunan. Limbah industri dikelompokkan berdasarkan jenisnya yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat merupakan bahan buangan yang sudah tidak berguna atau semua bahan sisa dalam bentuk benda padat. Sedangkan limbah cair adalah semua jenis bahan sisa yang dibuang dalam bentuk larutan dan berupa zat cair (Maria, 2009).

Limbah *dreg* adalah material padat berwarna kehitaman berasal dari bahan endapan *green liquor* yaitu *smelt* yang dilarutkan dengan *weak wash* dari *lime mud washer*. Kandungan kimianya silika, residu yang tidak habis terbakar dalam boiler, bahan ini banyak mengandung senyawa karbon karena tidak beraksi dalam boiler. *Grit* berasal dari proses *recaustizing*, yang tidak bereaksi antara *green liquor* dan kapur tohor, berwarna abu-abu dan senyawa hidroksida merupakan komposisi utamanya (Despaleri, 2010). Batako merupakan campuran pasir, semen, air dimana dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan lain sebagai bahan pengisi campuran tersebut berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar (Lubis, 2010).

Industri *pulp* dan kertas menghasilkan limbah padat yang cukup banyak memberikan dampak negatif di lingkungan sekitarnya. Menurut (Santos *et al*., 2018) limbah padat pulp (*dreg* dan *grits*) mengandung bahan alkali yang apabila terakumulasi dalam jumlah besar dapat menyebabkan tanah menjadi kontaminasi, air sungai menjadi racun dan menimbulkan bau menyengat. Mengatasi permasalahan tersebut salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menggunakan limbah tersebut sebagai bahan membuat batako. Limbah padat industri *pulp* (*dreg* dan *grits*) dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Michroscopy* (SEM), *X-Ray Fluoresence* (XRF) dan IR Prestige-21 untuk mengetahui komponen kimia yang dikandungnya. Mengukur kualitas batako yang dihasilkan dilakukan uji daya serap air dan uji kuat tekan.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah *furnace* (Nabertherm), neraca analitik (ABJ-320-4NM), oven (Memmert), ayakan 100 *mesh*, *X-Ray Fluoresence* (XRF), *Scanning Electron Michroscopy* (SEM), FTIR Shimadzu, IR Prestige-21, *Universal Testing Machine* (UTM) serta peralatan gelas analitis lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dregs* dan *grits* limbah padat *pulp* PT. Indah Kiat (Desa Perawang Barat, Siak, Riau), semen, air, pasir, HNO_3 (Smart Lab, Indonesia), HCl (Merck, Germany) akua demineralisasi (akua DM), kertas saring *Whatman* No.42.

Repository Universitas Riau
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
© Hak Cipta milik Universitas Riau

b. Preparasi Batako

Limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) diperoleh dari industri *pulp* PT. Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP) Desa Perawang Barat, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak, Riau. Limbah padat *dreg* dan *grits* tersebut diambil oleh ahli lapangan dan dikeringkan selama 10 hari untuk mengurangi kandungan air karena limbah tersebut limbah padat basah dalam bentuk serbuk. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam karung dan selanjutnya dibawa ke Laboratorium Kimia Anorganik, FMIPA, Universitas Riau untuk dilakukan karakterisasi dan digunakan sebagai bahan pembuatan batako.

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan batako terdiri dari semen, air, pasir dan limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) PT. Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP). Komposisi bahan baku mengacu pada campuran agregat dalam beton, yaitu sekitar 70-80% atau perbandingan semen terhadap agregat (1:5). Agregat yang dipakai pada pembuatan batako terdiri dari pasir dan sampel limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*). Pembuatan batako, agregat dicampur dengan semen dan air dalam suatu wadah dengan perbandingan semen : agregat : air (1 : 5 : 0) diaduk hingga merata dan homogen menggunakan sendok semen. Adonan dituangkan kemudian dikeringkan untuk proses pengerasan (*ageing*). Proses ini dilakukan dengan berulang hingga mendapatkan hasil yang maksimal.

c. Karakerisasi Batako

Pengujian daya serap air dilakukan dengan cara sampel limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) di oven selama 2 jam pada suhu 105^0C untuk menghilangkan kandungan air. Sampel yang telah kering kemudian di timbang massa kering (M_k) kemudian direndam selama 1 jam, massa ini disebut massa jenuh (M_j) dilakukan secara berulang sampai diperoleh M_j konstan. Persentase air yang diserap oleh sampel batako dihitung. Pengujian kuat tekan batako dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar mutu batako (SNI 3-0349-1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Kandungan Kimia Limbah Padat *Pulp* (*Dreg* dan *Grits*)

Sampel limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) yang telah dipreparasi dianalisis komposisi kimianya menggunakan alat *X-Ray Fluoresence* (XRF). Hasil kandungan kimia limbah tersebut disajikan dalam **Tabel 1.**

Analisis dengan alat *X-Ray Fluoresence* (XRF) bertujuan untuk mengetahui kandungan kimia limbah padat *pulp dreg* dan *grits*. **Tabel 1** diatas memperlihatkan bahwa adanya unsur yang terdapat dalam limbah *dreg* dan *grits* membantu proses pembuatan batako, seperti CaO memiliki fungsi dalam proses perekatan/pengikatan, SiO_2 sebagai bahan pengisi dalam campuran pembuatan batako dan Al_2O_3 dalam senyawa tersebut berfungsi sebagai proses pengerasan pada pembuatan batako.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository University of Riau
https://repository.unri.ac.id
© Hak Cipta milik Universitas Riau

Tabel 1. Kandungan kimia limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*)

NO	Parameter	Komposisi Kimia (% Berat)	
		Dreg	Grits
1	Al_2O_3	27,95	25,31
2	SiO_2	58,10	59,76
3	Na_2O	0,20	0,39
4	K_2O	0,47	0,40
5	MgO	0,50	0,54
6	CaO	11,31	12,38
7	Fe_2O_3	0,33	0,57
8	TiO_2	1,01	0,39
9	LOI	0,12	0,25

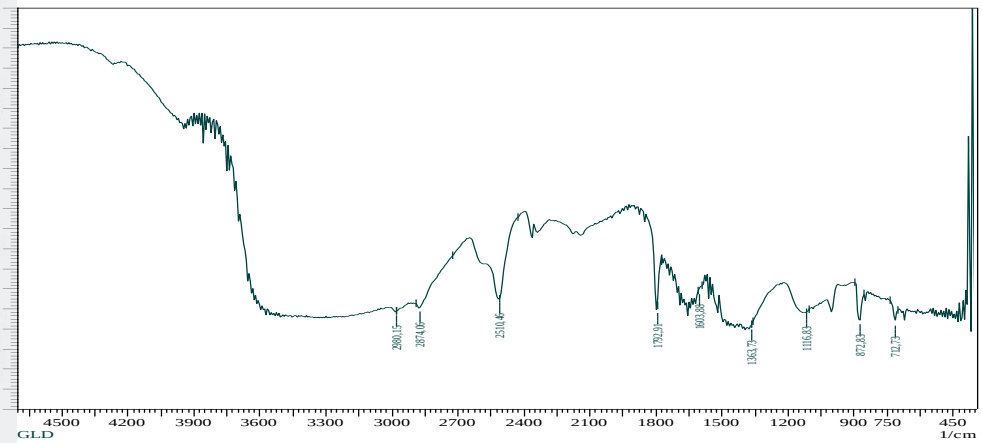
Penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2008) menyebutkan bahwa IPAL industri kertas dengan bahan baku *wast paper* dengan proses *deinking* menghasilkan batako kualitas I dan II dengan komposisi tertentu. Batako yang dihasilkan dari proses limbah padat *pulp* berfungsi sebagai agregat yang dapat meminimalisir jumlah pemakaian pasir, sehingga dapat mengurangi harga jual serta memudahkan dalam proses pemasangannya karena bobotnya yang lebih ringan. Pemanfaatan limbah padat *pulp* dapat meminimalisir limbah yang dihasilkan pabrik *pulp* dan kertas sehingga sangat dianjurkan penggunaannya dalam campuran pembuatan batako.

b. Karakterisasi Kimia Dengan Alat FTIR

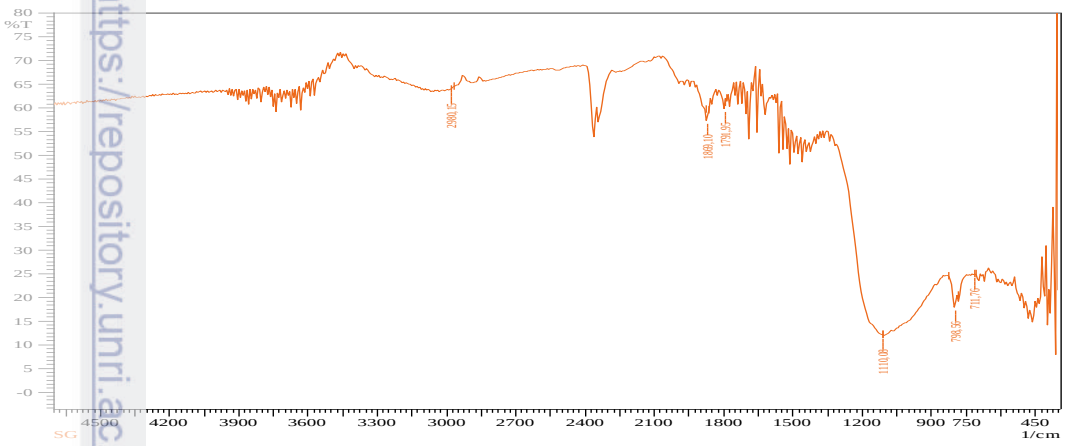
Peneliti sebelumnya menjelaskan spektrum IR dapat diamati pada limbah *dreg* dan *grits*. Melalui perbandingan, kedua spektrum inframerah menunjukkan adanya kalsium karbonat yang komersial (Almeida *et al*., 2007).

Limbah padat yang dianalisis merupakan limbah padat maksimum dari setiap katalis tersebut. Spektrum inframerah dapat mengetahui gugus fungsional utama di dalam struktur senyawa yang diidentifikasi. Identifikasi yang dihasilkan bersifat kualitatif yaitu keberadaan gugus fungsional yang ada, terutama gugus fungsi yang merupakan karakteristik dari limbah padat *dreg* dan *grits*, hasil karakterisasi dengan alat IR Prestige-21 masing-masing dirangkum pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository University of Riau
https://repository.unri.ac.id
© Hak Cipta Milik Universitas Riau



Gambar 1. Analisis Spektrum IR limbah (*dreg*)



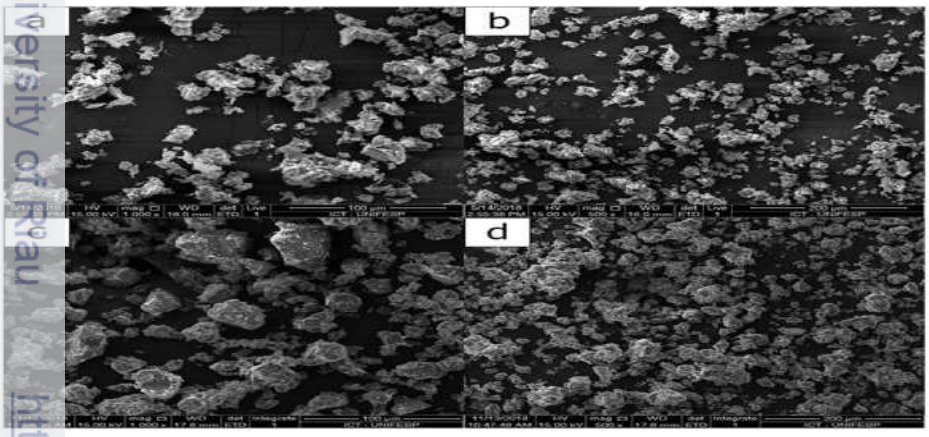
Gambar 2. Analisis Spektrum IR limbah padat *pulp* (*grits)*

Sampel limbah padat *pulp* (dreg) dari **gambar 1** memiliki gugus fungsi OH yang ditandai dengan munculnya puncak yang melebar pada bilangan gelombang sekitar 3000-3600 cm^{-1}. Robelo (2015) mengatakan semakin banyak unsur hidrogen antara unsur O dan H maka semakin kuat senyawa tersebut, oleh karena itu pembentukan ikatan hidrogen pada penelitian ini sangat berguna dalam pembutan batako

Hasil analisis spektrum IR Prestige-21 **Gambar 2** menunjukkan gugus fungsi dari kedua limbah. Limbah padat pulp *dreg* dan *grits* yang dianalisis memperlihatkan adanya puncak pada bilangan gelombang 712-812 cm^{-1} dan 798 cm^{-1} adanya gugus karbonat dari masing-masing limbah menunjukkan ciri khas limbah padat *dreg* dan *grits* (Kara dkk., 2017). Menurut Rohman dan Man (2010) tidak semua limbah padat dapat menghasilkan puncak khusus, apabila dianalisis dengan alat IR, beberapa getaran dan regangan pada limbah limbah padat memilki spektrum yang sangat dekat, sehingga sulit untuk diidentifikasi. Hal ini dikarenakan limbah padat yang terbentuk masih tercampur dengan senyawa merkuri dan senyawa logam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository University of Riau https://repository.unri.ac.id/ © Hak Cipta milik Universitas Riau

c. Analisis Morfologi Kimia Dengan Alat *Scanning Electron Microscope* (SEM)



Gambar 3. Mikrograf SEM (a,b) limbah padat *dregs* dan (c,d) limbah padat *grits*

Mikrograf SEM ditunjukkan pada **Gambar 3**, analisis instrumen *Scanning Electron Microscope* bertujuan untuk mengetahui permukaan dari objek secara langsung, dengan analisis ini bentuk pola yang dihasilkan dari limbah padat *pulp* tersebut akan lebih jelas.

Analisis menggunakan SEM menunjukkan bentuk kristalin dari kedua limbah. Bentuk kristal ini terbentuk dari komposisi atom-atom, ion-ion atau molekul-molekul zat padat yang memiliki susunan berulang dan jarak yang teratur dalam tiga dimensi. Secara umum, zat cair membentuk kristal ketika mengalami proses pemadatan. Limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) diperoleh dari hasil *recovery* boiler yang telah melewati tahapan pemasakan dan penguapan.

d. Uji Karakteristik Batako

Uji karakteristik batako dilakukan setelah melewati tahapan pengeringan yaitu uji absorpsi air dan uji nilai kuat tekan terhadap batako. Berdasarkan uji karakteristik tersebut parameter-parameter yang dihasilkan menunjukkan kualitas batako.

1. Uji Absorpsi Air

Uji absorpsi (penyerapan) air bertujuan mengetahui daya serap batako terhadap air sebagai penentu pengoptimaan dari produk batako. Pengujian penyerapan air pada batako dilakukan secara berulang sampai diperoleh massa jenuh batako konstan. Hal ini disebabkan karena sampel dari limbah padat Pulp PT.Indah Kiat merupakan sampel padat halus sehingga dapat mengisi rongga rongga udara dalam batako, dimana rongga udara tersebut merupakan masuknya air kedalam batako tersebut. Semakin banyak rongga udara maka semakin banyak pula air yang masuk ke dalam batako. Hasil ini dapat dilihat pada **Gambar 3** Uji Mikrograf *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

2. Uji Nilai Kuat Tekan Batako

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository Universitas Riau
http://repository.unri.ac.id/
© Hak cipta milik Universitas Riau

Uji nilai kuat tekan batako bertujuan untuk mengurangi kegagalan struktur bangunan melalui cara dan data yang benar maka proses pembangunan memiliki kualitas yang baik. Uji kuat tekan batako umumnya dilakukan secara berulang dan hasil uji analisis dari nilai rat-rata, sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang standar bata beton (batako) untuk pemasangan dinding menyebutkan, nilai maksimum kuat tekan mutu I batako sebesar 7 Mpa. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa batako berbahan limbah padat pulp *dreg* dan *grits* dapat digunakan dalam aplikasi kehidupan sehari-hari salah satu nya sebagai dinding pemisah.

Aplikasi pembuatan batako berbahan limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) dapat mengurangi pemakaian semen dalam campuran bahan, sehingga dapat menekan biaya produksi. Selain itu karena bobot batako yang lebih ringan maka akan jauh lebih mudah dan cepat dalam proses pemasangannya.

Komposisi kimia bahan yang digunakan mempengaruhi nilai kuat tekan batako. Komposisi kimia tertentu seperti SiO_2, Al_2O_3 dan CaO dapat mempengaruhi nilai kuat tekan batako, artinya jika dilihat dari nilai kuat tekan batako yang dihasilkan semakin besar nilai yang dihasilkan semakin bagus batako yang digunakan sebagai kontruksi.

KESIMPULAN

Sifat dan karakteristik limbah padat *pulp* (*dreg* dan *grits*) dapat berbeda dengan lot industri *pulp* dan kertas, sehingga perlu dilakukan analisis karakterisasi untuk setiap lot yang diterima. Nilai kuat tekan yang dihasilkan dari masing-masing limbah, limbah (*grits*) sangat baik digunakan dalam pembuatan batako, hal ini dikarenakan komposisi senyawa kimia dari limbah ini banyak mengandung SiO_2, Al_2O_3 dan CaO dibandingkan dengan limbah *dreg* yang masing-masing senyawa kimia tersebut berungsi sebagai pengisi dalam campuran batako., mempercepat pengerasan dan membantu proses perekatan/pengikatan dalam pembuatan batako.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Riset Material Anorganik Geokimia dan Mineralogi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Penelitian Instrumen yang membantu penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M dan Khairurrijal, K. 2009. Karakterisasi nanomaterial. *J. Nano dan Nanoteknologi*. 2(1) : 1-9.

Almeida, H. C., Silveira, C. B., Ernani, P. R dan Campos, M. L. 2007. *Composic quimica de um residu alcalino da industria de papel e cellulose (DREG).* Brazil: Elsevier Science & Cleaner Production.

Anonim. 2005. SNI *03-0349-1989*: *Bata beton untuk pasangan dinding*. Jakarta: DPU.

Anonim, 2008. SNI 1970-2008: *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agrgat halus*. Jakarta: BSN.

Day, R. A. dan Underwood, A. L. 1996. *Analisis kimia kuantitatif*. Erlangga, Jakarta.

Despaleri, A. P. Pembuatan dan karakterisasi bata kontruksi dengan memanfaatkan limbah padat industri *pulp* (*dreg* dan *grits*) dari PT. TPL PORSEA. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Kara, K., Ouanji, F., Lotfi, M., Mahi, E., Kacimi, M dan Ziyad, M. 2017. Biodiesel production from waste fish oil with high free fatty acid content from morrocan fish-processing processing industries. *Egyptian Journal of Petroleum*: 1-5.

Khopkar, S. M. 2007. *Konsep dasar kimia analitik*. UI Press: Jakarta.

Lubis, M. 2010. Pemanfaatan ampas tebu dalam pembuatan batako ringan yang direncanakan sebagai kontruksi dinding kedap suara. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Maria, R. 2009. Pemanfaatan Limbah (*oil sludge*) sebagai bahan utama dalam pembuatan bata kontruksi *paving block*. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Rohman, A., dan Man, C. Y. B. 2010. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for analysis of extra virgin olive oil adulterated with palm oil. *Food Research International*, 43(1); 886-892.

Santos, V. R., Cableron, M. D., Triches, E. S dan Quienterio, E. 2009. Green liquor dregs and slaker grits residues chararacterization of a pulp and paper mill for future application on ceramic products. *Journal of cleaner production*. 240: 118-220.

Supriyadi, D. B. 2008. Pemanfaatan limbah padat (*sludge*) pabrik kertas sebagai bata beton (batako) untuk mereduksi kuantitas limbah. *Skripsi*. Surbaya: ITS.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.
Repository Universitas Riau
http://repository.unri.ac.id/
© Hak cipta milik Universitas Riau