

Kajian Teknis Pemanfaatan Limbah *Spent Bleaching Earth* sebagai Substitusi Agregat Halus pada *Paving Block* dengan Penambahan Cangkang Kulit Kerang Hijau

Muhammad Ikhwan Habib¹, Novi Eka Mayangsari^{1*}, Moch. Luqman Ashari².

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan kapal, Politeknik PerkapalanNegeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

*Email : noviekam@ppns.ac.id

Abstrak

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan salah satu limbah dari proses pemucatan minyak kelapa sawit yang kaya akan senyawa pozzolan. Berdasarkan penelitian terdahulu material SBE apabila digunakan sebagai bahan pengganti maka mutu *paving block* yang dihasilkan tidak lebih baik dari mutu *paving block* tanpa SBE, sehingga untuk meningkatkan mutu maka diperlukan material tambahan salah satunya adalah cangkang kulit kerang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penggunaan material SBE sebagai bahan pengganti dengan bahan tambahan cangkang kulit kerang terhadap kelayakan mutu *paving block*. Pada penelitian ini perbandingan semen dan pasir yangdigunakan adalah 1;4, FAS 0,35, dengan 4 variasi substitusi limbah SBE 0%,10%,15% dan 20% selain itu ditambahkan 5% cangkang kerang dari berat total semen yang digunakan. Hasil penelitian didapatkan bahwa formulasi terbaik adalah *paving block* dengan formulasi substitusi 10% limbah SBE dengan nilai kuat tekan sebesar 40,4 MPa, berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata menunjukkan bahwa formulasi substitusi 10% termasuk kedalam *paving block* dengan kelas mutu A.

Keywords : Kuat Tekan, Pozzolan, *Spent Bleaching Earth*, , Substitusi.

1. PENDAHULUAN

Crude Palm Oil (CPO) atau lebih dikenal sebagai minyak kelapa sawit merupakan salah satu komoditas utama di Indonesia. Produksi minyak kelapa sawit di Indonesia merupakan salah satu yang tertinggi di dunia. Pada tahun 2019 kapasitas produksi minyak goreng di Indonesia mencapai 47 juta ton/tahun dan pada tahun 2021 diproyeksikan kapasitas produksinya mencapai 49 Juta ton/tahun (GAPKI ,2020). Tingginya kapasitas produksi akan meningkatkan kebutuhan akan *Bleaching Earth*. Menurut Pahan (2008) Proses pembuatan minyak goreng setidaknya memerlukan *Bleaching Earth* sebanyak 6-12 kg/ton minyak goreng pada proses pemucatannya. Berdasarkan data di atas apabila kapasitas produksi mencapai 49 Juta ton/tahun dan dalam proses produksinya memerlukan 12 kg untuk tiap 1 ton minyak goreng maka, berpotensi menghasilkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) mencapai 5,8 Juta ton/tahun. Timbulan limbah SBE tergolong besar namun pemanfaatannya tergolong kecil sehingga diperlukan upaya untuk mendorong pemanfaatan yang lebih besar.

Limbah SBE memiliki komposisi kimia yang didominasi oleh SiO₂ dengan persentase rata-rata mencapai lebihdari 50% (Yunus dkk, 2019). Senyawa SiO₂ dapat meningkatkan reaksi ikatan dalam beton, kandungan silika akan berikatan dengan senyawa kapur dari semen (Jayabalan,dkk, 2020). Namun berdasarkan penelitian terdahulu Ashari dan Dermawan (2018) ; Jaybalan,dkk (2020) ; Sutrisno,dkk (2021) menyatakan bahwa penggunaan limbah SBE normal di atas 10% sebagai bahan campuran beton menghasilkan beton dengan mutu yang lebih rendah. Sehingga diperlukan bahan tambahan untuk memaksimalkan potensi SiO₂ pada limbah SBE.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan riset terkait formulasi limbah SBE dengan bahan tambahanpada aplikasi beton sebagai upaya pemanfaatan limbah SBE, salah satu aplikasi beton adalah *paving block*, sedangkan salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai material tambahan adalah cangkang kulit kerang hijau. Cangkang kulitkerang hijau tersusun atas CaO sebesar 95,69% (Liemawan dkk, 2015). Sehingga apabila digunakan sebagai bahan tambahan maka diharapkan terjadi keseimbangan antara CaO dan SiO₂ yang nantinya akan bereaksi menjadi C-S-H yang mampu meningkatkan pengikatan sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi terbaik dari *paving block* dengan campuran limbah SBE dan cangkang kulit kerang hijau,sehingga memperluas potensi pemanfaatan limbah SBE dan cangkang kulit kerang hijau.

2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental, dengan beberapa tahapan penelitian meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan, pengujian material, perencanaan *mix design*, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian kuat tekan pada *paving block*.

2.1 Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm dengan perbandingan pasir dan semen yang digunakan adalah 1;4, sedangkan faktor air semen yang digunakan adalah 0,35. Terdapat 4 variasi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah variasi substitusi SBE sebagai agregat halus sebesar 0%, 10% 15% dan 20%, selain itu dilakukan penambahan 5% cangkang kulit kerang hijau (CKKH) dari total berat semen yang digunakan pada variasi yang mengandung limbah SBE. Terkait detail dari benda uji yang digunakan tercantum pada **Tabel 1** di bawah ini :

Tabel 1. Perbandingan Komposisi *Paving Block*

Kode Benda Uji	Perbandingan Campuran	Substitusi SBE dari Pasir	Penambahan CKKH dari Semen	Pasir (PS)	Semen (PC)	Kebutuhan Benda Uji
						Kuat Tekan
A	1 PC ; 4 PS, FAS = 0,35	0%	0%	100%	100%	3
B		10%	5%	90%	100%	3
C		15%	5%	85%	100%	3
D		20%	5%	80%	100%	3
Total						12

2.2 Persiapan Material

Limbah cangkang kulit kerang hijau yang digunakan harus melalui beberapa tahapan pengolahan, mulai dari pencucian, penjemuran selama 1 hari, pencacahan hingga pengayakan menggunakan ayakan Nomor 4. Sedangkan untuk limbah SBE hanya dilakukan pengayakan dengan ayakan No.4. Terkait material pasir yang digunakan adalah pasir vulkanik lumajang sedangkan semen yang digunakan adalah semen dengan jenis PCC (*Portland Composite Cement*) dengan merek Semen Gresik.

2.3 Pengujian Material dan *Mix Design*

Pengujian material meliputi pengujian agregat halus pada pasir dan limbah SBE. Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis, gradasi dan kadar lumpur pada pasir. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian senyawa kimia dengan metode XRF pada limbah SBE dan cangkang kulit kerang hijau. Setelah dilakukan pengujian maka dapat dilakukan penentuan kebutuhan material (*mix design*) berdasarkan formulasi yang telah ditentukan. Pada penelitian ini penentuan kebutuhan material didasarkan pada metode hubungan antara berat jenis material dengan volume material pada *paving block*.

2.4 Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

Pembuatan benda uji dilakukan menggunakan mesin cetak *paving block* SB 305, mesin tersebut memiliki kapasitas 8 buah *paving block* untuk sekali cetak dengan prinsip kerja pembuatan *paving block* yaitu press hidrolik dan getaran. Setelah dibuat selanjutnya dilakukan perawatan (*Curing*) pada benda uji dengan cara perendaman menggunakan air tawar hingga berumur 28 hari.

2.5 Pengujian Benda Uji

Benda uji yang telah dilakukan perawatan hingga umur 28 hari selanjutnya akan dilakukan pengujian terkait kuat tekan. Pengujian pada *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996. Setelah dilakukan pengujian maka dapat ditentukan terkait formulasi variasi *paving block* terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Agregat Halus

Pengujian pada agregat halus bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisis dari masing-masing material yang digunakan. Berdasarkan **Tabel 2** dapat diketahui bahwa pasir yang digunakan memiliki karakteristik fisik yang baik sebagai material *paving block*. Sedangkan limbah SBE memiliki karakteristik fisik yang berbeda dibandingkan dengan pasir. Limbah SBE memiliki berat jenis yang kecil yaitu 1,13 gr/cm³ sehingga apabila digunakan sebagai material substitusi maka dapat menghasilkan *paving block* yang lebih ringan. Menurut Endarto dan Zulfar (2010), menyatakan bahwa semakin kecil berat jenis dari agregat yang digunakan maka akan menghasilkan beton yang lebih ringan. Hasil pengujian gradasi menunjukkan bahwa limbah SBE termasuk ke dalam agregat halus dengan zona 3 yang berarti memiliki karakteristik agak halus, selain itu limbah SBE mempunyai gradasi yang seragam. distribusi gradasi seragam yang berarti bahwa limbah SBE

terdiri dari butiran yang seragam atau hampir sama sehingga mempunyai pori antar butiran yang besar. Sedangkan distribusi gradasi yang baik adalah distribusi menerus dimana seluruh ukuran butiran terdapat dalam agregat tersebut sehingga menciptakan butiran yang heterogen. Butiran yang heterogen akan mampu untuk menempatkan posisi untuk saling mengisi rongga-rongga yang kosong sesuai dengan ukurannya (Purwati,2014).

Tabel 2. Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	
		Pasir	Limbah SBE
1.	Berat Jenis	2,74 gr/cm ³	1,13 gr/cm ³
2.	Gradasi	Zona 2; (Gradasi Menerus)	Zona 3; (Gradasi Seragam)

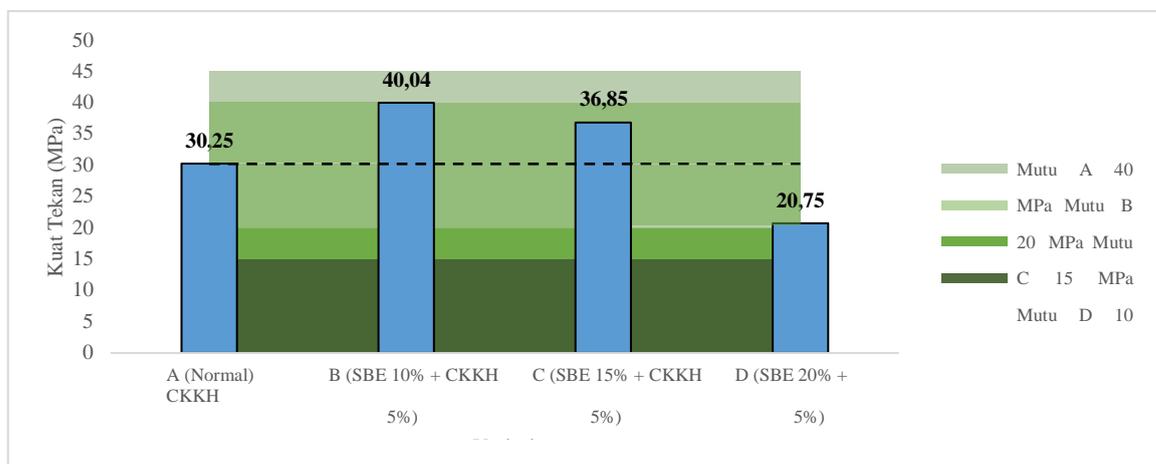
3.2 Analisis XRF Material

Pengujian XRF bertujuan untuk mengetahui senyawa penyusun pada suatu material terlebih khusus material oksida. Berdasarkan **Tabel 3** dapat diketahui bahwa material limbah SBE dan Cangkang kulit kerang hijau didominasi oleh senyawa-senyawa *pozzolan*. Senyawa SiO₂ merupakan senyawa utama pada limbah SBE dengan persentase 41,10% sedangkan senyawa CaO merupakan senyawa utama pada limbah CKKH dengan persentase 97,46%. Apabila terjadi keseimbangan antara senyawa SiO₂ dan CaO maka akan menghasilkan *paving block* dengan mutu tinggi. CaO dan SiO₂ dapat membentuk C-S-H yang merupakan senyawa penyusun beton yang berfungsi sebagai perekat. Semakin banyak jumlah perekat ini semakin tinggi juga kekuatan beton yang dihasilkan. (Puspitasari dkk, 2018).

Tabel 3. Senyawa *Pozzolan* pada Material

No.	Senyawa	Material	
		SBE	CKKH
1.	SiO ₂	41,10%	-
2.	CaO	17,10%	97,46%
3.	Al ₂ O ₃	5,50%	-
4.	Fe ₂ O ₃	22,30%	0,28%

3.3 Analisis Kuat Tekan *Paving Block*



Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian kuat tekan dilakukan pada *paving block* yang telah berumur 28 hari. Berdasarkan **Grafik 1**. Didapatkan hasil pengujian kuat tekan dapat diketahui bahwa pada variasi B dan C terjadi kenaikan kuat tekan dari *paving block* normal, Formulasi 10% substitusi SBE dengan penambahan 5% CKKH merupakan formulasi terbaik dengan kuat tekan rata-rata sebesar 40,04 MPa sehingga termasuk kedalam *paving block* dengan mutu kelas A sedangkan untuk variasi lainnya masih tergolong sebagai *paving block* dengan mutu kelas B. Terjadinya kenaikan kuat tekan pada variasi B dan C disebabkan karena pada variasi tersebut terjadi keseimbangan antara SiO₂ dengan CaO yang bereaksi menghasilkan C-S-H sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi normal (Sutrisno dkk, 2021). Namun seiring bertambahnya persentase substitusi limbah SBE maka terjadi penurunan kuat tekan pada *paving block* hal ini dikarenakan

limbah SBE merupakan material yang mengandung minyak sehingga pada persentase substitusi yang tinggi dapat menjadi pengganggu, selain itu limbah SBE memiliki karakteristik yang berlainan dengan agregat halus sehingga persentase yang tinggi mampu menurunkan kuat tekan dari *paving block*. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa pengaruh karakteristik yang berlainan dari agregat halus mempengaruhi terhadap kualitas beton normal yang dihasilkan seperti kuat tekan, berat dan penyusutannya. Penambahan bahan limbah SBE yang lebih banyak mempengaruhi lekatan antara semen, pasir dengan limbah SBE sehingga mengurangi kekuatan *paving block* (Mardiko,2014).

4. KESIMPULAN

Formulasi substitusi 10% dan 15% limbah SBE dengan penambahan cangkang kulit kerang hijau sebesar 5% terhadap total berat semen mampu menaikkan kuat tekan dari *paving block*. Selain itu substitusi 10% limbah SBE merupakan formulasi yang optimum menghasilkan *paving block* dengan kelas A yang mempunyai kenaikan nilai kuat tekan sebesar 30,25% terhadap kuat tekan normal, dengan nilai kuat tekan rata-rata 40,04 MPa . Sehingga limbah SBE dapat digunakan sebagai material substitusi agregat halus pada *paving block* namun dengan batasan penggunaan tertentu dan penambahan cangkang kulit kerang hijau.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dermawan, Denny. Ashari M.L. (2018). *Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada campuran Beton*. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- GAPKI. (2020). Siaran Pers : Refleksi Industri Sawit 2020 dan Prospek 2021. URL :<https://gapki.id/news/18768/refleksi-industri-sawit-2020-prospek-2021>
- Liemawan, A,E. Tavio. dan Raka, I Gusti Putu. (2015). *Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (Perna viridis L.) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix design dengan Metode Substitusi*. Surabaya:Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mardiko, Sudrajat Mukti. (2014). *Formulasi Paving block dari Berbagai Bahan Berbasis Limbah Padat Spent Bleaching Earth*. Bogor : Institute Pertanian Bogor.
- Pahan, I. (2008), *Panduan Lengkap Kelapa Sawit, Edisi V*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Purwati, Agus., As'ad, Sholihin dan Sunarmasto. (2014). Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Issn 2354-8630*. Vol. 2 No. 2. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Puspitasari, Wahyuning Dyah., Setyono, Ferdy., dan Budi G S. (2018). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Bubuk Kulit Kerang Pada Kekuatan Tekan Pasta Semen*. Surabaya : Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Shaik, Shamen Banu, Karthikeyan, J. and P, Jayabalan. (2020). *Effect of Agro-Waste on Strength and Durability Properties of Concrete*. Construction and Building Materials 248.
- Sutrisno, W., Alrasyid H., Wulandari K D and Hakam M. (2021). *Experimental Investigation On Properties Of Concrete Mortar Incorporating Spent Bleaching Earth Waste As Supplementary Cementitious Material*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 871. Surabaya.
- Yunus, E., Asrah, H., & Rizalman, A. N. (2019). *Compressive Strength of Eco-Processed Pozzolan Concrete under Chloride and Sulfate Exposure*. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics* 59, Issue 1.
- Zulfiar Heri M. dan Endarto Riang M. (2010). Kajian Eksperimen Kuat Tekan Beton Ringan Menggunakan Agregat Bambu dan Bahan Tambah Beton. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* Vol. 13, No. 1, 12-20.