



PENGARUH CAMPURAN KARBON TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP MUTU BETON

Nurul Aini Shandy dan Rugaya

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan
nurulaini.shandy@gmail.com

Diterima: Agustus 2021. Disetujui: September 2021. Dipublikasikan: Oktober 2021

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai Pengaruh Campuran Karbon Tandan Kosong Kelapa Sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran Karbon Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terhadap kuat tekan, daya serap air, dan struktur beton. Benda uji berupa kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan mutu beton K-225. Hasil uji daya serap air pada semua sampel menunjukkan bahwa daya serap air beton campuran karbon TKKS dan karbon TKKS aktif mengalami kenaikan dibandingkan dengan beton normal. Hasil dari pengujian kuat tekan beton campuran karbon TKKS 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% secara berturut-turut sebesar 31.56 MPa, 23.8 Mpa, 22.42 MPa, 18.54 MPa, 15.02 Mpa, dan 12.36 Mpa. Sedangkan hasil dari pengujian kuat tekan beton campuran karbon TKKS aktif 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% secara berturut-turut sebesar 31.56 Mpa, 26.7 MPa, 23.65 MPa, 20.59 MPa, 19.77 MPa, dan 19.03 MPa. Kuat tekan yang didapat menunjukkan penurunan linier tetapi masih mencapai standar K-225, kecuali untuk campuran beton karbon TKKS 8% dan 10% yang nilainya dibawah standar beton K-225. Struktur yang dihasilkan memiliki rongga yang besar dan beton tidak homogen sehingga mengalami penurunan kekuatan tekan dan daya serap air yang tinggi. Berdasarkan uji SEM-EDX yang dilakukan diketahui bawa kandungan yang terbesar didalam beton yaitu oksigen (O), feron (Fe), kalsium (Ca) dan silika (Si).

Kata Kunci: Karbon TKKS, Karbon TKKS Aktif, Daya Serap Air, Kuat Tekan, SEM-EDX

ABSTRACT

Research has been done on the Effect of Mixed Carbon on Oil Palm Empty Fruit Bunches. This study aims to determine the effect of the mixture of Oil Palm Empty Bunch Carbon (EFB) on compressive strength, water absorption, and concrete structure. The test object is a cube of 15 cm x 15 cm x 15 cm with concrete quality K-225. The results of the water absorption test on all samples showed that the water absorption capacity of the concrete mixture of EFB carbon and activated EFB carbon increased compared to normal concrete. The results of the compressive strength test of 0% EFB carbon mixed concrete. 2%, 4%, 6%, 8%, and 10% respectively were 31.56 MPa, 23.8 MPa, 22.42 MPa, 18.54 MPa, 15.02 MPa, and 12.36 MPa. While the results of testing the compressive strength of the concrete mixture of activated EFB carbon 0%. 2%, 4%, 6%, 8%, and 10% respectively were 31.56 MPa, 26.7 MPa, 23.65 MPa, 20.59 MPa, 19.77 MPa, and 19.03 MPa. The compressive strength obtained showed a linear decrease but still reached the K-225 standard, except for a mixture of 8% and 10% EFB carbon concrete whose value was below the K-225 standard. The resulting structure has a large cavity and the concrete is not homogeneous so that it

experiences a decrease in compressive strength and high water absorption. Based on the SEM-EDX test conducted, it is known that the largest content in the concrete is oxygen (O), Ferron (Fe), calcium (Ca), and silica (Si).

Keywords: *OPEFB Carbon, Activated OPEFB Carbon, Water Absorption, Compressive Strength, SEM-EDX*

PENDAHULUAN

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Berbagai bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana transportasi maupun bangunan-bangunan yang lainnya. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan, antara lain kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan (Kandi, 2012).

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Beton adalah material utama yang digunakan dalam pembuatan bangunan. Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain karena beton dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan biaya pemeliharaan yang kecil atau mudah dalam perawatan (Mulyono, 2005).

Chowdhury (2004) telah melakukan eksperimen untuk memblokir kelembaban dalam semen dengan menggunakan karbon aktif. Sebagian besar masalah yang dihadapi dalam struktur beton adalah karena kelembaban. Rongga terbuka dalam beton mengandung uap air karena daya serap airnya. Itu terjadi karena semen yang disiapkan selama tahap pencampuran dan hidrasi. Masalah ini dapat diatasi dengan menambahkan vinil polimer dan karbon aktif yang akan menghalangi masuknya uap air. Metode ini

disebut formulasi Macro Defect Free (MDF). Perbandingan hasil specimen karbon yang tidak diaktifkan dan specimen karbon aktif menunjukkan kemampuan potensial karbon aktif dalam tahan kelembaban.

Mahoutian (2015) dalam penelitian mempelajari karakteristik kekosongan udara beton mengandung fly ash dan karbon aktif. Variasi karbon aktif yang digunakan adalah 0%, 2%, 5%, dan 10% dari massa fly ash. Penulis melaporkan bahwa karbon aktif mengurangi kekosongan udara dalam beton yang menyebabkan kekuatan tekan yang lebih tinggi.

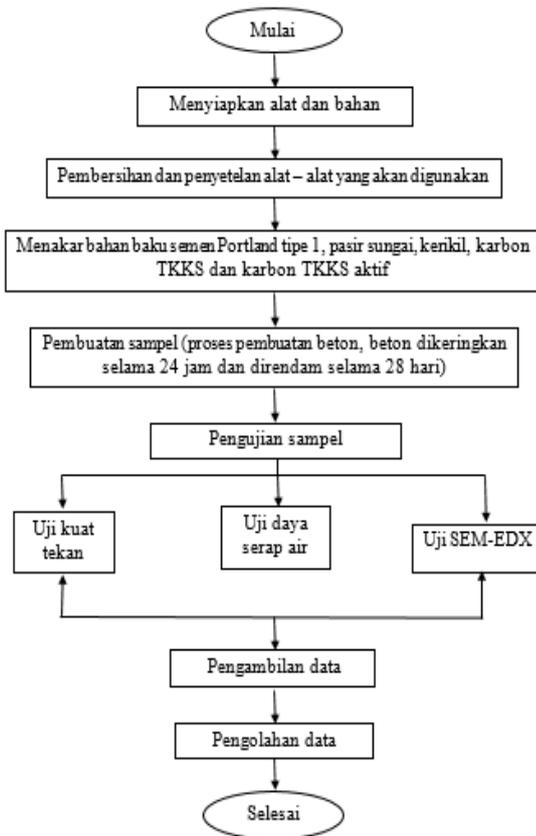
Limbah perkebunan berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon yang bernilai guna lebih tinggi. Destyorini (2018) meneliti tentang penggunaan TKKS sebagai kertas karbon. TKKS merupakan bahan organik kompleks yang kaya unsur karbon. Kandungan karbon inilah yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, salah satunya arang/karbon aktif.

METODE PENELITIAN

Pembuatan karbon tandan kosong kelapa sawit dilakukan di Rumah Briket. Pembuatan sampel, pengujian daya serap air, pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil dan uji SEM-EDX dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Medan. Bahan-bahan yang digunakan yaitu semen Portland tipe 1 merk semen padang, agregat halus (pasir sungai), agregat kasar (krikil), karbon TKKS, karbon TKKS aktif dan air.

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan beton mutu K-225 dengan perbandingan 1 semen : 1.9 pasir : 2.8 agregat kasar dan FAS 0.5 dengan SNI 7349-2008. Variasi komposisi karbon TKKS dan karbon TKKS aktif yang digunakan yaitu 0%, 2%, 4%,

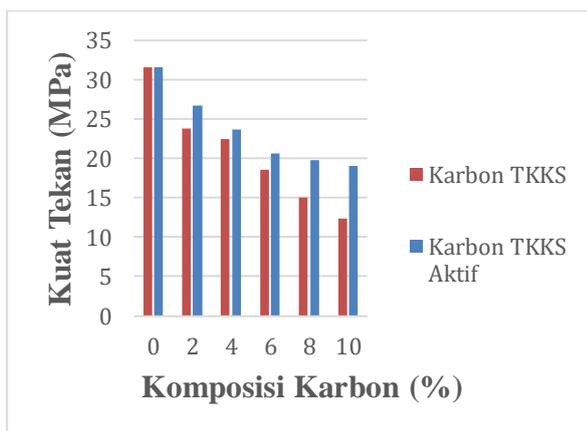
6%, 8%, dan 10% terhadap pasir sungai. Metode yang digunakan uji daya serap air, uji kuat tekan, dan uji SEM-EDX. Benda uji kubus (15x15x15)cm.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan



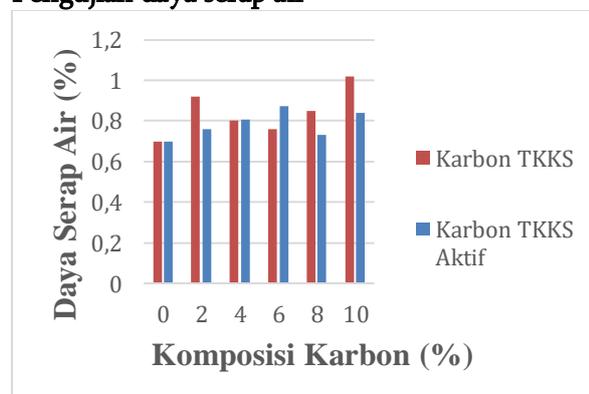
Gambar 2. Grafik kuat tekan pada beton

Berdasarkan gambar diatas, beton campuran karbon TKKS 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% mengalami penurunan kuat tekan rata-rata secara berturut-turut sebesar 31.56 MPa, 23.8 Mpa, 22.42 MPa, 18.54 MPa, 15.02

Mpa, dan 12.36 Mpa. Pada beton campuran karbon TKKS aktif 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% juga mengalami penurunan kuat tekan rata-rata secara berturut-turut sebesar 31.56 MPa, 26.7 MPa, 23.65 MPa, 20.59 MPa, 19.77 MPa, dan 19.03 MPa. Dari data yang diperoleh dalam penelitian, beton campuran karbon TKKS aktif memenuhi standar mutu beton K225 yang ditetapkan oleh Badan Standart Nasional Indonesia yaitu 18 MPa sedangkan beton campuran karbon TKKS 8% dan 10% berturut-turut 15.02 MPa dan 12.36 MPa tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh Badan Standart Nasional Indonesia. Nilai kuat tekan turun pada beton dengan penggunaan karbon TKKS sebagai bahan campuran beton diakibatkan oleh karakteristik karbon TKKS yang menghambat pengikatan semen karena dapat menyerap air lebih cepat dibandingkan dengan beton normal.

Faktor penurunan kuat tekan juga dipengaruhi oleh gradasi ukuran butiran pasir yang kurang merata yang akan berpengaruh pada kepadatan beton. Hal ini juga bisa disebabkan karena pasir yang tersedia cenderung memiliki ragam ukuran yang homogen sehingga agregat kurang mampu untuk saling terikat. Gradasi agregat yang seragam mempengaruhi nilai kekuatan tekan beton yang dihasilkan karena berpengaruh terhadap kemudahan pengerjaan pada adukan beton.

Pengujian daya serap air



Gambar 3. Grafik daya serap air pada beton

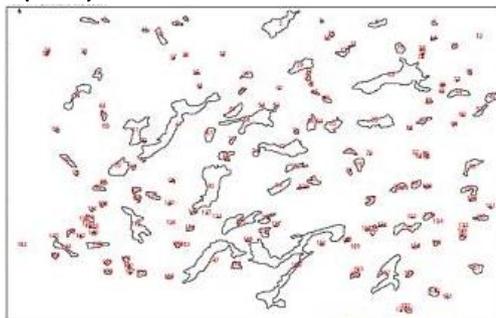
Penambahan komposisi pada karbon TKKS dan Karbon TKKS aktif yang terlalu banyak akan menyebabkan meningkatnya daya serap air pada beton disebabkan sifat dari karbon TKKS yang menyerap air sehingga

unsur-unsur kimia yang terdapat dalam karbon TKKS tidak dapat bereaksi dengan pasta semen dan campuran menjadi kurang baik.

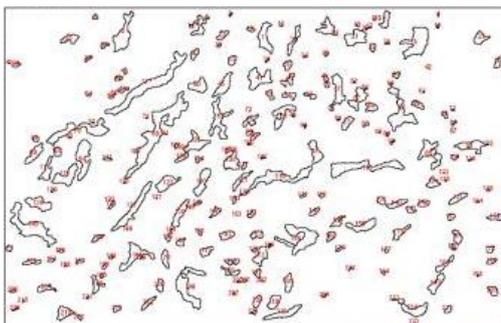
Beton campuran karbon TKKS dengan komposisi 0% dan 2% memiliki daya serap air 0.69% dan 0.92%, pada komposisi 4% dan 6% mengalami penurunan sebesar 0.80 dan 0.76, dan pada komposisi 8% dan 10% mengalami kenaikan secara berturut-turut sebesar 0.85% dan 1.01%. Daya serap air pada beton campuran karbon TKKS aktif dengan komposisi 0%, 2%, 4% dan 6% mengalami kenaikan secara berturut-turut sebesar 0.69%, 0.76%, 0.80% dan 0.87%, pada komposisi 8% dan 10% mengalami penurunan dan peningkatan sebesar 0.73% dan 0.83%.

Pengujian *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)*

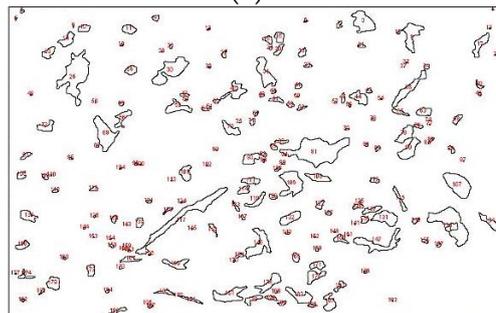
- Analisis *Scanning Electron Microscope (SEM)*



(a)



(b)



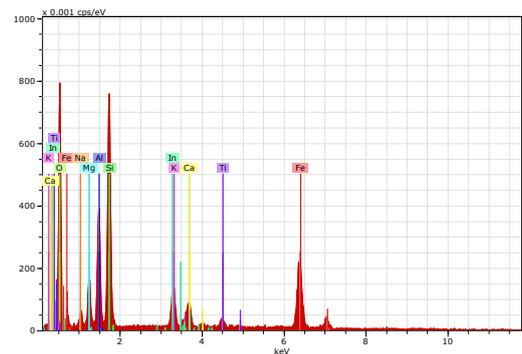
(c)

Gambar 4. Foto analisis pori pada sampel beton (a) Beton normal, (b) Beton campuran karbon TKKS dan (c) Beton campuran karbon TKKS aktif

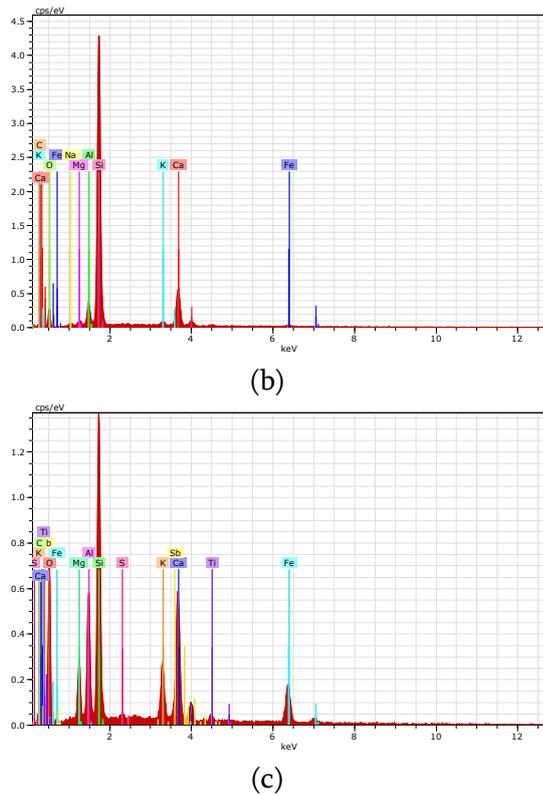
Analisis pori partikel campuran komposisi pada sampel beton ditampilkan pada gambar 4 diatas memperlihatkan bahwa pori gambar (a), (b), dan (c) tampak memiliki susunan pori yang hampir serupa. Pada morfologi tersebut ukuran pori rata-rata pada gambar (a), (b), dan (c) adalah (156.167, 160.668, dan 171.616) nm.

Agregat yang lebih kecil dijadikan alternative penambahan kekuatan beton membentuk beton berkinerja tinggi. Beton dengan kinerja tinggi adalah dengan pembuatan beton ekstra padat yang menggunakan pengisi berupa partikel yang berukuran mikro. Gradasi agregat pun memegang peranan penting untuk menentukan mutu beton kinerja tinggi. Apabila agregat memiliki butiran yang lebih halus dan dengan ukuran yang bervariasi, maka volume pori beton menjadi kecil. hal ini disebabkan butiran yang lebih kecil akan mengisi pori antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit dan beton memiliki kemampuan yang tinggi (Purwati, 2014).

- Analisa EDX



(a)



Gambar 5. Karakterisasi EDX (a) Beton normal, (b) Beton campuran karbon TKKS dan (c) Beton campuran karbon TKKS aktif

Tabel 1. Komposisi unsur dari partikel analisis EDX

Unsur kimia A ₁₁	Massa (%)	Unsur kimia B ₁₂	Massa (%)	Unsur kimia B ₂₃	Massa (%)
O	44.36	Si	51.08	O	36.19
Fe	21.21	O	22.91	Si	16.09
Si	13.05	Ca	17.74	Ca	12.67
Al	8.15	Al	4.03	Fe	11.27
Mg	3.66	Fe	1.98	Al	8.18
K	2.84	K	1.68	Sb	5.91
Ca	2.50	Mg	0.48	K	4.62
Na	1.67	Na	0.10	Mg	4.08
In	1.30	-	-	Ti	0.86
Ti	1.26	-	-	S	0.13

Setelah dilakukan pengujian pada beton normal, beton campuran karbon TKKS dan karbon TKKS aktif, diketahui bahwa kandungan yang terbesar didalam beton yaitu oksigen (O), feron (Fe), kalsium (Ca) dan silika (Si). Dimana FeO, Ca dan SiO merupakan senyawa yang dimiliki oleh semen. Pada beton campuran karbon TKKS aktif, terdapat unsur antimon (Sb) dan sulfur (S) yang biasa ada pada kelapa sawit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Bedasarkan uji kuat tekan yang dilakukan pada semua sampel didapatkan kelinieran seiring dengan penambahan karbon TKKS dan karbon TKKS aktif. Pada beton campuran karbon TKKS 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% memiliki kuat tekan sebesar 31.56 MPa, 23.8 Mpa, 22.42 MPa, 18.54 MPa, 15.02 Mpa, dan 12.36 Mpa. Sedangkan pada beton campuran TKKS aktif 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% memiliki kuat tekan sebesar 31.56 Mpa, 26.7 MPa, 23.65 MPa, 20.59 MPa, 19.77 MPa, dan 19.03 MPa. Beton campuran karbon TKKS memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton campuran karbon TKKS aktif.

Berdasarkan uji daya serap air pada semua sampel menunjukkan bahwa daya serap air beton campuran karbon TKKS mengalami kenaikan dibandingkan dengan beton normal.

Berdasarkan uji SEM-EDX yang dilakukan diketahui bahwa ukuran pori rata-rata pada (a) beton normal, (b) beton campuran karbon TKKS, dan (c) beton campuran karbon TKKS aktif adalah (156.167, 160.668, dan 171.616) nm dan kandungan unsur yang terbesar didalam beton yaitu oksigen (O), feron (Fe), kalsium (Ca) dan silika (Si).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 7394-2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton. Jakarta: BSN.
- Chowdhury. (2004). Investigations in to the role of Activated Carbon in a moisture blocking cement formulation. *Journal of Thermal Analysis and Calorimeter*. Vol 78 (215-226).
- Kandi, Y. S., Ramang, R., Remigildus, C. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(4) 74.
- Inayatullah, Nurfajrina. (2019). Karakteristik Beton dengan Campuran Ban Bekas dan Abu Sekam Padi Sebagai Agregat Halus dan Kasar. Skripsi. Medan: FMIPA, Unimed.

- Mahoutian, Mehrdad. Dkk. (2015). Effect of Powdered Activated Carbon on the Air Void Characteristics of Concrete Containing Fly Ash. *Construction and Building Materials*. Vol 80 (84-91).
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Milala, H. A. Sembiring. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Dan Ukuran Butiran Pasir Merah Terhadap Mutu Beton. Skripsi. Medan: FMIPA, Unimed.
- Purwati, Agus, dkk. (2014). Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80. *Matriks Teknik Sipil*. 2(2). 58-63.