



# PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT (FIBER) KELAPA SAWIT TERHADAP POROSITAS BETON

Yeni Trianah<sup>1\*</sup>, Santi Sani<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musi Rawas<sup>12</sup>

\*Corresponding Author, Email : trianah.yeni@yahoo.com

## ABSTRAK

*Porositas merupakan ruang kosong diantara material (volume ruang kosong yang ditempati oleh fluida) terhadap volume keseluruhan beton. Beton adalah material yang kerap dipergunakan pada struktur bangunan yang memiliki beberapa kelebihan serta mudah dipakai, dapat mudah di bentuk sesuai keinginan, proses perawatannya mudah dikerjakan, ekonomis dalam produksinya karena memakai bahan material lokal yang mudah diperoleh. Secara struktural beton mempunyai kekuatan yang cukup besar dalam menunjang gaya tekan. Beton dengan campuran serat merupakan beton yang menyatu dengan bahan material serat serabut kelapa sawit, tetapi dapat juga diberikan penambahan berupa serat alami dan serat sintesis yang bisa dipergunakan untuk membenahi kualitas dari beton. Tambahan bahan berupa serat serabut kelapa sawit dalam adonan beton dapat memberikan peran yang positif dalam pendayagunaan limbah serabut kelapa sawit. Penelitian ini dapat dilakukan menggunakan menggunakan metode eksperimen yaitu membuat sampel uji beton dalam bentuk kubus dengan dimensi 50x50x50mm lalu dilakukan uji porositasnya. Hasil analisa regresi pada nilai porositas beton setelah di tambah dengan serabut kelapa sawit didapatkan (P) sebesar 21,02761%.*

**Kata Kunci :** Serabut Kelapa Sawit, Porositas, Beton.

## ABSTRACT

*Porosity is the empty space between the material (the volume of empty space occupied by the fluid) to the overall volume of the concrete. Concrete is a material that is often used in building structures that has several advantages and is easy to use, can be easily shaped as desired, the maintenance process is easy to do, economical in production because it uses local materials that are easily obtained. Structurally, concrete has a large enough strength to support the compressive force. Concrete with a mixture of fibers is concrete that blends with palm fiber fiber materials, but can also be added in the form of natural fibers and synthetic fibers that can be used to improve the quality of the concrete. The addition of materials in the form of palm fiber fibers in the concrete mixture can provide a positive role in the utilization of palm fiber waste. This research can be carried out using an experimental method, namely making a concrete test sample in the form of a cube with dimensions of 50x50x50mm and then doing a porosity test. The results of the regression analysis on the porosity of the concrete after added with palm fiber obtained (P) of 21.02761%.*

**Keywords:** palm fiber, porosity, concrete

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi dan inovasi dalam produksi beton selalu diperlukan guna pembangunan infrastruktur. Beton adalah bahan bangunan komposit biasa pakai sebagai bahan bangunan karena struktur dari beton mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, biaya perawatan yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan memiliki daya tekan yang tinggi (Paul, 2007:93). Proses pembuatan beton juga sangat mudah dilakukan serta bahan baku yang digunakan juga mudah didapatkan, sehingga harga beton juga relatif terjangkau. Selain itu beton juga bisa memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik dan bisa menyesuaikan dengan



lingkungan. Beton terbuat dari bahan agregat kasar dan halus serta pengikat semen (terkadang juga ditambahkan *admixtures*), kombinasi dari agregat dan pengikat semen kemudian di cetak dan tunggu sampai hasil cetakan menjadi kersas seperti batuan. Proses pengerasan beton terjadi karena adanya proses kimiawi antara air dengan semen yang terjadi dari beberapa waktu, dengan demikian kekerasan pada beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Beton adalah salah satu batuan buatan dengan mempunyai partikularitas rongga pada elemen besar (agregat kasar) yang dalam rongga tersebut diisi oleh agregat halus dan akan diisi oleh pasta (campuran antara semen dan air) yang dapat digunakan untuk perekat antara agregat halus dan kasar sehingga semua campuran tersebut bercampur dan menjadi padat (Melati, 2019).

Pemakaian material beton dalam pengembangan di wilayah sumatera selatan khususnya lubuklinggau terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah pendudukan, maka jumlah kebutuhan pengembangan seperti pengembangan rumah ataupun sarana lainnya akan mengalami peningkatan pula. Disisi lain, pelaksanaan pengembangan perumahan guna tempat tinggal dengan menekan biaya pembangunan yang relatif murah sehingga bisa menjadi salah satu alternatif program pemerintah dalam membantu subsidi perumahan masyarakat. Dengan demikian pemakaian beton utnyuk menekan biaya produksi adalah salah satu strategi yang digunakan adalah dengan memanfaatkan limbah serabut kelapa sawit karena limbah tersebut mudah diperoleh dan jarang dipergunakan sehingga pendayagunaan limbah serabut kelapa sawit bisa dipergunakan sebagai bahan tambahan produksi beton (Renreng, 2015). Ide dasar pemakaian bahan material seperti limbah serat serabut kelapa sawit, dengan digunakannya material jarang diaplikasikan sehingga bisa digunakan kembali bernilai ekonomis tinggi bagi masyarakat adalah dengan menambahkan bahan campuran dalam membuat beton. Oleh karena itu, dalam penelitian ini peneliti melakukan eksperimen dengan menggunakan material serat serabut buah kelapa sawit sebagai bahan baku tambahan dalam produksi beton.

Serabut (*fiber*) kelapa sawit sangat efektif dipakai sebagai bahan tambahan dalam produksi beton karena daya serap yang baik sekitar 8-9 kali beratnya dapat menyerap air di sekitarnya. Serabut kelapa sawit juga mempunyai kandungan garam yang relatif rendah, itu dapat membuat beton bebas dari bakteri dan jamur (Arifin, 2018). Serabut kelapa sawit memiliki karakteristik fisik yaitu porositas densitas 95% kamba atau densitas curah  $\pm 0,25$  gram/ml (Wirman dan Apriza, 2016).

Pelaksanaan penelitian ini adalah dengan penambahan serabut kelapa sawit ke dalam adonan beton. Serabut kelapa sawit dipakai dalam campuran produksi beton sebagai bahan tambahan guna mengetahui porositas bahan dari produk yang diproduksi. Guna mengetahui kadar porositas pada beton perlu ditentukan apakah kapasitas penyerapan air yang dihasilkan dapat mempengaruhi terhadap kuat tekannya, sehingga harus dilakukan pengecekan pada daya serap air pada beton. (Tumingan. 2016). Dengan melakukan penambahan serabut kelapa sawit dengan takaran kecil serta dengan prosentase yang kecil pula, diharapkan material bahan tambahan bisa memadai isi rongga agar mendapatkan massa yang lebih padat dan mendapatkan nilai kuat tekan yang tinggi.

Beton dengan bahan tambahan serabut kelapa sawit memiliki daya tekan yang kuat, dan memiliki nilai porositas yang baik. Kualitas beton dengan regangan yang lazimnya



rendah juga dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tekan yang cepat setelah beton mendekati beban maksimum, sehingga dapat terjadi keruntuhan secara mendadak. Inovasi dalam produksi variasi beton dengan penambahan serat (*fiber*) kelapa sawit sangat dibutuhkan, dan dengan penggunaan serabut kelapa sawit pada beton diharapkan bisa mencegah terjadinya keruntuhan terjadi secara tiba-tiba.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### **Pengertian Beton**

Beton adalah suatu batuan buatan yang dibuat antara campuran pasir, kerikil, batu pecah dan agregat lainnya yang di campur menjadi satu dengan ditambah suatu pasta atau adonan semen dan air sehingga terbentuk suatu batuan. Tetapi, bahan adiktif yang dipergunakan sebagai tambahan menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti pengerjaan (*workability*), durabilitas dan lamanya waktu pengerasan (Dipohusodo, 1990:76). Batuan buatan atau beton diperoleh dari cara pengadukan agregat halus dan kasar dan air dengan ditambah semen. Komposisi bahan produksi beton di campur dengan merata dengan perhitungan komposisi tertentu sehingga diperoleh suatu adonan yang baik dan kemudian dituangkan ke dalam cetakan sehingga mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Campuran yang sudah dibuat didiamkan lalu akan mengalami pengerasan itu, terjadi karena adanya proses kimiawi antara semen dengan air yang berlangsung selama waktu yang cukup lama sehingga akan mengeras dengan penambahan waktu yang digunakannya (Mulyono, 2005:65).

Pada proses pembuatan beton yang baik, semua butir agregat yang digunakan semuanya harus terbungkus dengan mortar. Menghasilkan adonan dari pencampuran dari pasta akan menentukan kualitas dari beton yang akan dibuat. Semen adalah bahan utama dari produksi beton, walaupun hanya 7-15% jumlahnya dari campuran (Akbar, 2018). Sifat dari masing-masing bahan yang digunakan dalam produksi beton juga berbeda dalam hal pengerasan beton lama ataupun beton baru. Jika volume beton sebanyak 70-75% di isi oleh agregat yang mengisi material beton.

Bahan yang digunakan untuk membuat batuan buatan atau beton merupakan campuran dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air serta bahan tambahan lainnya (*admixture*) jika diperlukan. Untuk menghasilkan kualitas beton yang baik diperlukan material-material yang sesuai dengan kualitas standar sehingga diperoleh batuan buatan dengan kualitas baik.

### **Serabut Buah Kelapa Sawit**

Kelapa Sawit merupakan tanaman komoditas unggul di Sumatera Selatan dan bahan baku produksi minyak nabati berupa Crude Palm Oil (CPO), Selain memproduksi CPO, dalam proses pengerjaan kelapa sawit juga menghasilkan berbagai jenis limbah, yang salah satunya merupakan serat. Serat adalah limbah sisa perasan buah sawit dalam bentuk serabut (Zulkifly, 2013). Bahan ini berisi protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serat atau serabut diperoleh dari bagian buah sawit yang diproses menggunakan mesin (alat pengempa). Pengempaan (proses pemerasan) adalah proses pengolahan kelapa sawit di PKS. Serat biasanya memiliki ukuran pendek sesuai buah



sawit. Kandungan kimia dalam serabut dominan terdiri dari glukosa 219kg/ton berat kering, xylan 153 kg/ton berat kering, lignin 234 kg/ton berat kering, SiO<sub>2</sub> 632 kg/ton berat kering, K<sub>2</sub>O 90 kg/ ton berat kering, dan CaO 72 kg/ton berat kering.

Serabut (fiber) buah kelapa sawit merupakan sampah dari perasan buah kepala sawit dengan bentuk serabut seperti benang. Serabut (fiber) buah kelapa sawit ini berisi protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) serta memiliki kalori 2637 kkal/kg – 3998 kkal/kg. Serabut (fiber) kelapa sawit untuk alternatif bahan bakar adalah sampah padat yang diproduksi oleh pabrik kelapa sawit yaitu ampas serabut (fiber) yang di produksi dari stasiun fiber cyclone setelah melalui proses ekstraksi melewati unit screw press.

### **Porositas**

Porositas merupakan besarnya pori-pori yang terdapat didalam beton sehingga persentase ruang-ruang kosong sebagai salah satu faktor utama yang bisa mempengaruhi kekuatan beton. Rongga-rongga atau ruang kosong pada sela sela material yang ada pada beton biasanya berisi udara atau berisi air yang saling berhubungan, namanya adalah kapiler beton. Kapiler beton di dalam batuan komposit beton akan tetap muncul walaupun air yang dipakai telah mengapami penguapan, sehingga kapiler ini bisa mengurangi kepadatan beton yang dihasilkan.

. Hal ini dapat terjadi dikarenakan dalam proses pengadukan ketika dilakukan dengan menggunakan air yang berlebihan dibanding menggunakan semen dan senyawa yang dipergunakan dalam pengadonan beton (Fansuri, 2020). Air ini memenuhi ruang dan bila kering akan menghasilkan rongga rongga udara. Dapat dilakukan penambahan bahan selain air yang dipergunakan sehingga penggunaan ruang dan kelak jadi sebuah rongga akan sedikit tapi dapat terbentuk pula rongga pori-pori udara langsung dengan persentase yang kecil. Hal lainnya, terdapat pengurangan volume absolut dari semen dan air setelah reaksi kimia dan terjadi pengeringan sedemikian rupa sehingga pasta semen sudah kering akan menempati volume yang lebih kecil dibanding dengan pasta yang masih basah, berapapun perbandingan air yang dipergunakan (Sultan, 2019).

Selain itu timbulnya rongga pori-pori yang ada didalam butiran pencampuran agregat yang terbentuk dari udara yang terjebak dalam butiran ketika pembentukan dekomposit mineral. Komposisi dari agregat yang mendiami kurang lebih 70-75% dari volume beton akan sangat mempengaruhi terhadap porositas beton akibat porositas yang terdapat pada agregat sendiri.

### **3. METODOLIGI PENELITIAN**

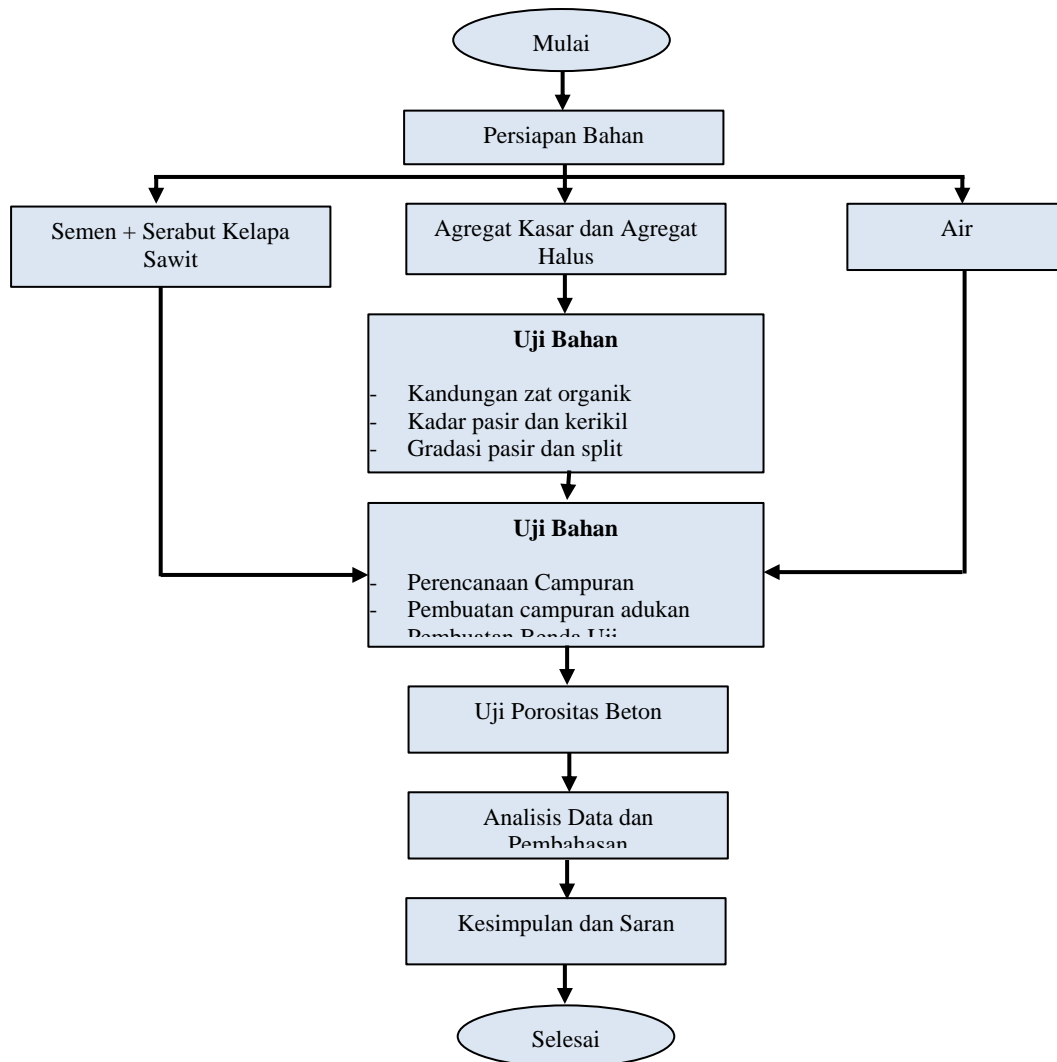
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Penelitian dilakukan dengan 4 perlakuan untuk melakukan uji porositas, masing-masing bahan dilakukan pengujian 3 kali perlakuan sehingga diperoleh data seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Sampel Benda Uji Beton dengan Bahan Tambah Serabut Kelapa Sawit

Bahan Tambah Serabut Kelapa Sawit	Ukuran Benda Uji	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji	Keterangan
-----------------------------------	------------------	-----------------	------------------	------------



0%	Kubus (50 x 50 x 50 mm)	Porositas	3	Pengujian umur 28 Hari
10%			3	
20%			3	
30%			3	
Jumlah Benda Uji			12	



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

### Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan pada sampel berbentuk kubus dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm. tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya prosentase pori-pori beton terhadap volume beton padat. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Beton yang sudah dicetak setelah ber umur 1 hari kemudian dimasukkan di dalam bak curing.



2. Beton yang sudah di masukkan bak curing diangkat dan di angin-anginkan sehingga siap di lakukan tahap selanjutnya.
3. Beton bahan uji coba dimasukkan dalam oven yang memiliki suhu 100°C selama 24 jam.
4. Beton yang telah di oven selama 24 jam dikeluarkan dan di angin-anginkan kembali pada suhu kamar sekitar 25 °C selanjutnya ditimbang dan di peroleh berat dari beton kondisi kering oven (C).
5. Tahap selanjutnya adalah beton dimasukkan dalam desicator untuk proses vacum pada beton dengan menggunakan vacum pump, tahap ini di lakukan dalam waktu 24jam. Setelah beton selesai divacum benda uji dimasukkan dalam bak untuk direndam agar seluruh permukaan beton benar-benar basah selama 24 jam kemudian timbang dalam air sehingga diperoleh berat beton dalam air (A)
6. Beton dikelurkan dari perendaman air dan di keringkan permukaannya untuk mendapatkan kondisi SSD dan selanjutnya di timbang lagi sehingga diperoleh kondisi beton setelah perendaman (B).

Dari hasil pengujian diatas kemudian dihitung besarnya porositas benda uji dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

dengan , A : berat sampel dalam air, *W water* (gram)

B : berat sampel kondisi SSD, *W saturation* (gram)

C : berat sampel kering oven, *W dry* (gram)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian porositas ini dilakukan terhadap beton yang sudah dibuat dan berusia selama 28 hari. Pengujian beton hasil cetakan kubus yang berukuran 50x50x50

mm untuk setiap variasi penambahan serabut kepala sawit. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya daya serap air (porositas) pada beton hasil cetakan. Sebelum dilakukan pengujian beton hasil cetakan di timbang terlebih dahulu pada saat kondisi kering oven (C), direndam dalam air (A), dan kondisi SSD (B) tahapan selanjutnya adalah mencatat hasil penimbangan beton. Penentuan nilai daya serap beton atau porositas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dari perhitungan nilai porositas bahan

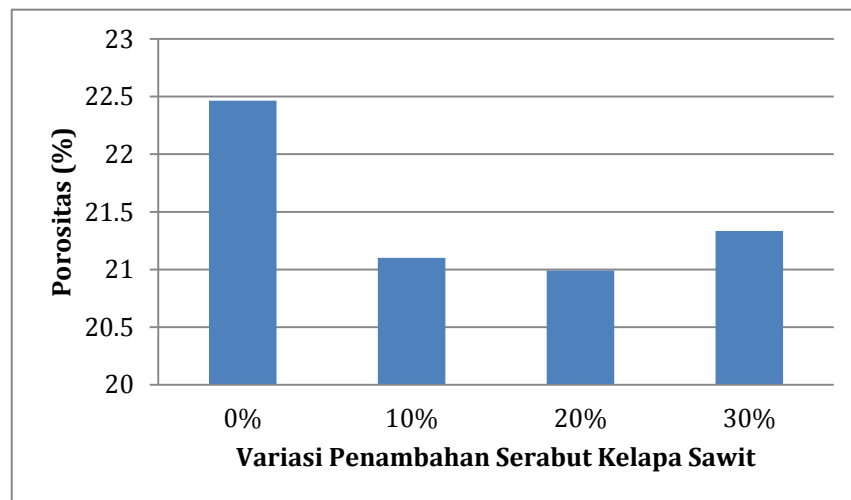


dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Porositas

No	Serabut Kelapa Sawit	Berat Kering Oven (gr)	Berat Beton dalam Air (gr)	Berat Beton Kondisi SSD (gr)	Nilai Porositas
1	0%	301	192,5	331	21,66064
2		311	197	345	22,97297
3		305	193	338	22,75862
Rata-rata					22,46408
1	10%	301	192,5	337	22,14532
2		330	209	361	20,39473
3		311	196,5	341	20,76124
Rata-rata					21,10043
1	20%	308	195	338	20,97902
2		300	190	330	21,42857
3		306	194	335	20,56737
Rata-rata					20,99165
1	30%	303	192	334	21,83098
2		323	204	355	21,19205
3		310	197	340	20,97902
Rata-rata					21,33401

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tabel 2 diatas diperoleh grafik hbungan antara variasi penambahan serabut kelapa sawit yang digambarkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Hubungan Porositas dengan Variasi Penambahan Serabut Kelapa Sawit

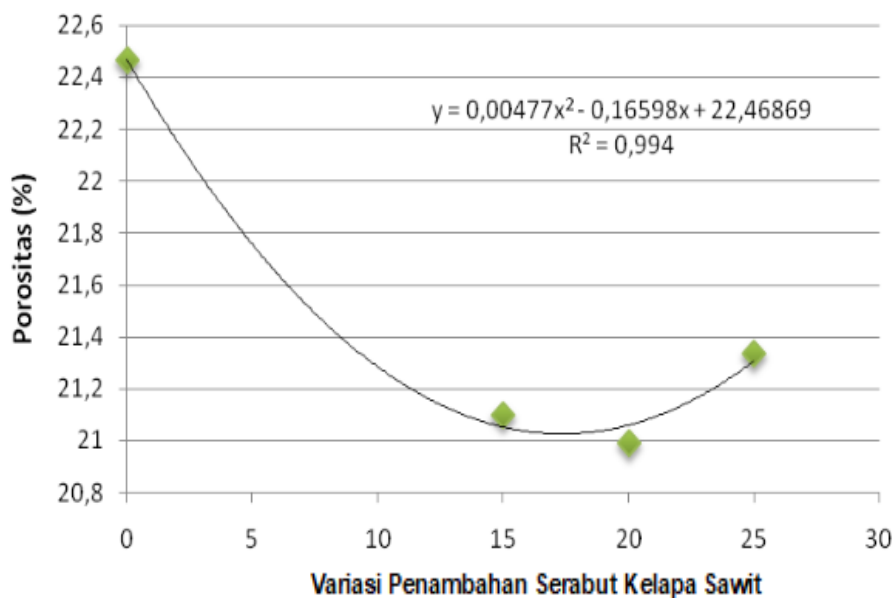
Berdasarkan hasil analisis dari tabel 2 dan gambar 2 dapat dilihat hasil variasi penambahan serabut kelapa sawit yang telah ditambahkan dari masing-masing beton yang berbeda yaitu 0%, 15%, 20% dan 25% diperoleh hasil nilai porositas sebesar 22,46408%, 21,10043%, 20,99165% dan 21,33401%, hasil analisis menggunakan fasilitas trendline pada aplikasi microsof exel sehingga di ketahui nilai porositas atau daya serap air pada beton yang minimum adalah 20,99165% pada variasi penambahan serabut kelapa sawit sebesar 22,46408% berdasarkan persamaan regresi polynomial orde 2 yang terbentuk.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan bahwa serabut kelapa sawit berperan sebagai pengisi ruang kosong (rongga) diantara butiran-butiran



semen sehingga serabut kelapa sawit akan menambah kekedapan. Serabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan pengikat alternatif dan juga bisa dipakai sebagai bahan pengisi (filler) dalam pembuatan beton. Setelah proses hidrasi dilakukan pada beton dimana air semen telah kering maka menimbulkan pori-pori pada beton baik, dengan demikian penambahan serabut kelapa sawit tepat digunakan untuk bahan campuran pembuatan beton karena nilai porositasnya sangat baik.

Dengan memanfaatkan fasilitas *trendline* pada *Microsoft Excel* maka dapat diperoleh regresi dari data variasi kadar penambahan serabut kelapa sawit dengan data pengujian porositas beton. Hubungan antara nilai porositas dengan variasi penambahan serabut kelapa sawit disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Regresi Nilai Porositas dengan Penambahan Serabut Kelapa Sawit

Berdasarkan gambar 3 diatas grafik analisis regresi didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,994 karena nilai  $r$  mendekati 1 dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang baik antara kedua variabel yang dianalisis. Sedangkan persamaan yang dihasilkan digunakan untuk mencari besarnya kadar penambahan serabut kelapa sawit dan besarnya nilai porositas beton.

Perhitungan kadar penambahan serabut kelapa sawit yang maksimal sehingga memperoleh hasil daya serap air (porositas) yang minimum dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$P = 0,00477 (FA)^2 - 0,16598 (FA) + 22,46869$$

dengan,

P = porositas beton (%)

FA = kadar penambahan serabut kelapa sawit (%)

P minimum terjadi pada  $dP/d(FA) = 0$

maka  $dP/d (FA) = 0,00956 (FA) - 0,16599$

Dari persamaan di atas diperoleh nilai FA dan P sebagai berikut:





$$FA = \frac{0,16599}{0,00956}$$

$$FA = 17,36357$$

Dengan memasukkan nilai FA ke persamaan awal maka diperoleh:

$$P = 0,00477 (17,36357)^2 - 0,16598 (17,36357) + 22,46869$$

$$P = 21,02761$$

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan rumus diatas diperoleh nilai FA sebesar 17,36357 yang dapat di artikan bahwa penambahan serabut kepala sawit yang maksimum adalah sebesar 17,36357 sehingga akan mendapatkan nilai daya serap air (porositas) beton maksimum (P) sebesar 21,02761%.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan penambahan serabut kelapa sawit dalam pembuatan beton berdasarkan hasil analisis regresi dengan menggunakan rumus  $P = 0,00477 (17,36357)^2 - 0,16598 (17,36357) + 22,46869$ , dengan P = porositas beton (%), FA= kadar penambahan serabut kelapa sawit (%), dengan harga  $R^2 = 0,994$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. I. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil, 1*(1/REKAT/18).
- Arifin, M., Nisa, C., & Mariana, Z. T. (2018). Respon Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Anjasmoro Terhadap Pemberian Bokashi Serabut Buah Kelapa Sawit. *Agroekotek View, 1*(1), 13-20.
- Dipohusodo, Istimawan. 1990. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia.
- Fansuri, S., Diana, A. I., & Desharyanto, D. (2020). Penggunaan Campuran Serbuk Kerang Lokal Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*.
- Paul Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Melati, S. (2019). Studi Karakteristik Relasi Parameter Sifat Fisik Dan Kuat Tekan Uniaksial Pada Contoh Batulempung, Andesit, Dan Beton. *Jurnal Geosapta, 5*(2), 133.
- Mulyono, T, 2005. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.



- Renreng, Ilyas, dkk. 2015. Kekuatan Tarik Komposit Serat Kelapa (Cocos Nucifera) dengan Perlakuan Curcuma Domestica. Jurnal Mekanikal. Makassar.
- Sultan, M. A. (2019). Korelasi Porositas Beton Terhadap Kuat Tekan Rata-Rata. *Teknologi Sipil*, 2(2).
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- Tumingan, T., Tjaronge, M. W., Sampebulu, V., & Djamaluddin, R. (2016). Penyerapan dan Porositas pada Beton Menggunakan Bahan Pond Ash Sebagai Pengganti Pasir. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(1).
- Wirman, S. P., Fitri, Y., & Apriza, W. (2016). Karakterisasi komposit serat sabut kelapa sawit dengan perekat PVAc sebagai absorber. *Journal Online of Physics*, 1(2), 10-15.
- Zulkifly dkk. 2013. Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Jurnal Stabilita. Kendari.