

Komponen Kimia Cangkang Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Pengaruhnya terhadap Sifat Beton Ringan

*Chemical Components of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Shell and Its Effect on Light Concrete Performance*

Bambang Subiyanto, Hasan Basri, Linda Nurmala Sari, Triastuti dan Yetvi Rosalita

Abstract

Recently, plenty of waste of oil palm shell as a lignocellulosic organic material was obtained due to increasing plantation of oil palm trees. However, utilization of oil palm shell still not optimally done and it has low economic value. In some countries, the lignocellulosic waste becomes a problem because it pollutes the environment. Many researches showed that oil palm waste can be used in several necessity products, such as, oil palm shell for active charcoal, stem and empty bunch for paper pulp, stem oil palm for furniture and particleboard. One of utilization of oil palm shell is as raw material for light weight concrete to replace sand; however, the mechanical properties were lower than standard.

The purpose of this paper is to analyze chemical component of oil palm shell which affected the low mechanical properties of concrete made from oil palm shell. In this experiment, the oil palm shell, cement and sand were used as raw materials, then chemicals component of shell were analyzed from the shell that take from concrete made of oil palm shell. The percentage of shell to sand for making concrete was varied of 0%, 50%, and 100%. Then the shell was separated from the concrete, and chemical components were analyzed such as water content, ethanol benzene extraction with ratio 1 : 2, the solubility in hot water and cold water, lignin content, holocellulose content, and the strength of concrete. All of the testing was performed in 7 days and 28 days with two treatments to concrete (soaking in water at room temperature and keep in wet condition).

The result of the experiments showed that the maximum composition of oil palm shell which used as filler of concrete is 50%; it gives impact strength nearly the same as concrete of control. The chemical component of extractive substance (fat) gives some influence to the compression strength of concrete.

Key words: oil palm shell, chemical components, lignocellulosic, Portland cement, light concrete.

Pendahuluan

Limbah Kelapa Sawit adalah limbah lignoselulosik yang merupakan limbah organik dan terdapat dalam jumlah yang sangat besar di alam. Sampai saat ini limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dan nilai ekonominya sangat rendah. Di beberapa negara, limbah lignoselulosik bahkan menjadi masalah karena menimbulkan pencemaran. Salah satu limbah lignoselulosik yang dimaksud adalah cangkang Sawit sebagai limbah pengolahan Kelapa Sawit. Disamping itu perkembangan pembangunan saat ini meningkat pesat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Dampak dari pertumbuhan penduduk tersebut menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal semakin meningkat pula. Salah satu penggunaan cangkang Sawit adalah sebagai bahan pengganti pasir dalam pembuatan beton.

Merujuk dari penelitian sebelumnya (Subiyanto *et al.* 2005), diketahui bahwa kuat tekan beton yang dihasilkan dari beton ringan berbahan baku cangkang Sawit sangat rendah dan belum memenuhi standar sebagai beton bangunan. Diduga faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah komponen kimia dari cangkang Sawit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen kimia dari cangkang Sawit yang mempengaruhi kuat tekan beton, perubahan nilai parameter dari komponen kima cangkang Sawit, dan mengetahui kadar maksimum cangkang Sawit yang dapat digunakan sebagai agregat pengganti pasir untuk bahan beton ringan.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa penyebab utama rendahnya kuat tekan beton berbahan baku cangkang Sawit adalah tidak sempurnanya pengerasan semen yang disebabkan oleh komponen kimia cangkang Sawit, oleh karena itu dilakukan analisis komponen kimia cangkang Sawit yang diambil dari beton ringan berbahan baku cangkang Sawit.

Pada tahap awal, cangkang Sawit yang akan digunakan direndam terlebih dahulu dengan air selama 24 jam. Hal ini dilakukan untuk membersihkan cangkang Sawit dari kotoran yang akan mengganggu proses pembuatan contoh uji dan pengujian. Dalam pembuatan contoh uji, komposisi campuran cangkang dan pasir divariasikan dari 0%, 50%, dan 100%. Bahan pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos mesh no. 4 (4.75 mm)

yang selanjutnya pasir dikondisikan dalam keadaan *Saturate Surface Dry* (SSD) atau jenuh kering muka. Komposisi campuran bahan baku semen : pasir adalah 1 : 2.5 berdasarkan perbandingan berat dengan faktor air semennya (FAS) 0.6. Masing-masing bahan cangkang, pasir dan semen ditimbang sesuai kondisi variasinya, diaduk sampai merata, selanjutnya dimasukkan ke dalam pipa paralon berdiameter 2.5 cm dengan tinggi 5 cm. Setelah 24 jam contoh uji dikeluarkan dari pipa paralon, lalu masing-masing contoh uji direndam dengan air dan dikondisikan lembab pada temperatur ruangan selama 28 hari sesuai dengan SNI 03-2493-2002. Pada hari ke-7 dan ke-28 contoh diuji kuat tekan sesuai dengan SNI 03-1974-1990.

Uji pH dilakukan pada air rendaman cangkang Sawit selama 24 jam, 7 hari dan 28 hari sebelum dijadikan beton dan pada air rendaman beton pada hari ke-7 dan ke- 28. Pengujian kuat tekan beton uji dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) Shimadzu dengan kapasitas maksimum 5 ton. Metode pengujian ini sesuai dengan SNI 03-1974-1990. Pelaksanaan pengujian dilakukan pada umur benda uji 7 hari dan 28 hari.

Uji komponen kimia cangkang Sawit terdiri dari kadar air, kadar ekstrak etanol benzena (1 : 2), kelarutan dalam air panas, kelarutan dalam air dingin, kadar lignin dan kadar holoselulosa. Uji dilakukan sesuai dengan prosedur ASTM (D 2016-74, D 1107-56, D 1110-56, D 1106-56).

Hasil dan Pembahasan

Uji pH dilakukan untuk mengetahui sifat dari cangkang Sawit dan beton yang digambarkan melalui air rendaman yang diuji. Hasil dari uji pH air rendaman cangkang Sawit dan rendaman beton disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Table 1. pH of used water for soaking Oil Palm shell

| Soaking time | pH |
|--------------|------|
| 24 hrs | 5.53 |
| 7 days | 5.03 |
| 28 days | 5.59 |

Dari Tabel 1 diketahui bahwa air dari rendaman cangkang Sawit pada waktu rendaman selama 24 jam, 7 hari dan 28 hari mempunyai pH berkisar 5. Dari uji pH tersebut diketahui bahwa air dari rendaman cangkang Sawit yang belum dijadikan sebagai campuran bahan pada beton bersifat asam yang berarti bahwa cangkang Sawit yang direndam juga bersifat asam.

Pada Tabel 2 diketahui bahwa pH air rendaman beton pada komposisi cangkang Sawit 0% pada hari ke-7 dan ke-28 berkisar 8.91 sampai 9.83, sedangkan pada komposisi cangkang Sawit 50% dan 100% antara hari

ke-7 dan ke-28 adalah 11. Dari hasil uji pH tersebut diketahui bahwa air rendaman beton bersifat basa yang berarti bahwa beton uji mempunyai sifat basa. Dari Tabel 2 diketahui bahwa beton dengan komposisi 50% lebih bersifat basa dari pada beton dengan komposisi cangkang 100%, karena beton dengan komposisi cangkang Sawit 100% mengandung lebih banyak cangkang Sawit yang bersifat asam sehingga lebih banyak sifat asam dari pada sifat basa.

Table 2. pH of used water for soaking Concrete.

| Soaking time (days) | Composition of Oil Palm Shell (%) | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| | 0 | 50 | 100 |
| 7 | 9.83 | 11.37 | 11.17 |
| 28 | 8.91 | 11.44 | 11.05 |

Pada komposisi cangkang Sawit 0%, pH air rendaman lebih rendah dibandingkan dengan yang 50 dan 100%. Hal ini kemungkinan disebabkan tahapan reaksi yang berbeda. Pada 0%, semen yang bersifat asam bereaksi dengan pasir yang bersifat asam sehingga pH nya menurun. Sedangkan pada 50%, tahapan reaksinya pertama pasir bereaksi terlebih dahulu dengan cangkang yang menghasilkan garam yang bersifat agak netral, kemudian baru bereaksi dengan semen sehingga penurunan pH larutan tidak begitu besar. Sedangkan pada komposisi cangkang Sawit 100% tidak terjadi penurunan yang besar karena cangkang Sawit sebelum dicampur dengan semen direndam dalam air selama 24 jam, sehingga keasamaan sudah berkurang.

Gambar 1 menunjukkan kuat tekan beton dengan berbagai komposisi dan perlakuan yang di uji pada hari ke-7 dan hari ke-28. Pengujian kuat beton dilakukan pada hari ke-7 dan hari ke-28 karena hari ke-7 merupakan proses awal pengikatan semen membentuk beton dan hari ke-28 merupakan proses akhir dari pengikatan. Dari Gambar 1 diketahui bahwa daya kuat tekan beton yang paling baik dan mendekati daya kuat tekan pada kontrol terdapat pada beton yang direndam dengan komposisi cangkang Sawit 50% pada hari ke-28.

Daya kuat tekan beton yang berbeda jauh dengan daya kuat tekan beton pada kontrol terdapat pada beton yang direndam dengan komposisi cangkang Sawit 100%. Berdasarkan uji statistik kuat tekan beton pada hari ke-7 antara beton kontrol dengan beton uji dengan berbagai komposisi cangkang Sawit dengan berbagai perlakuan berbeda nyata. Kuat tekan antara komposisi cangkang Sawit 50% pada beton yang direndam berbeda nyata dengan komposisi sama pada beton yang dikondisikan lembab. Kuat tekan beton uji dengan komposisi cangkang 100% antara beton yang direndam dan dikondisikan lembab tidak berbeda nyata. Kuat tekan beton dengan komposisi cangkang 50% yang

direndam dan dikondisikan lembab berbeda nyata dengan kuat tekan beton dengan komposisi cangkang 100% yang direndam dan dikondisikan lembab.

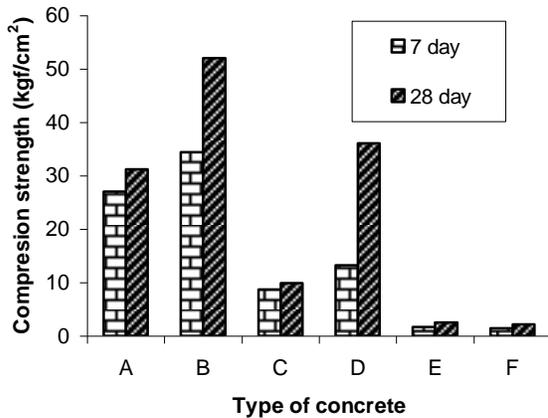


Figure 1. Compressive strength of concrete in several of compositions of oil palm shell in 7 and 28 days.

Notes:

- A. Concrete in humid conditioning with composition of 0% of Oil Palm shell.
- B. Concrete in soaking conditioning with composition of 0% of Oil Palm shell.
- C. Concrete in humid conditioning with composition of 50% of Oil Palm shell.
- D. Concrete in soaking conditioning with composition of 50% of Oil Palm shell.
- E. Concrete in humid conditioning with composition of 100% of Oil Palm shell.
- F. Concrete in soaking conditioning with composition of 100% of Oil Palm shell.

Table 3. Chemicals component of Oil Palm shell after soaking in water for 24 hours.

| Chemicals component | Content (%) | |
|-----------------------------------|-------------|----------|
| | 0 hour | 24 hours |
| Moisture content | 10.55 | 10.37 |
| Ethanol benzene (1:2) extractives | 5.50 | 3.53 |
| Hot water extractives | 16.29 | 16.90 |
| Cold water extractives | 12.72 | 12.86 |
| Lignin content | 47.01 | 46.25 |
| Holosellulose content | 74.03 | 64.84 |

Uji komposisi kimia juga dilakukan pada cangkang Sawit murni yang direndam air selama 24 jam dan yang tidak direndam. Perendaman selama 24 jam ini dilakukan untuk membersihkan cangkang dari kotoran yang berasal dari kondisi luar selama proses penyimpanan. Hasil uji komposisi kimia cangkang Sawit

yang belum dijadikan bahan campuran pada beton disajikan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat diketahui nilai parameter dari komposisi kimia cangkang Sawit yang belum dijadikan beton. Nilai parameter ini digunakan sebagai kontrol untuk cangkang Sawit yang telah dijadikan bahan pencampur dalam beton.

Pengujian kadar air cangkang Sawit yang telah dijadikan sebagai bahan campuran pada beton dilakukan pada umur perlakuan hari ke-7 dan ke-28. Hasil uji kadar air cangkang Sawit disajikan pada Gambar 2.

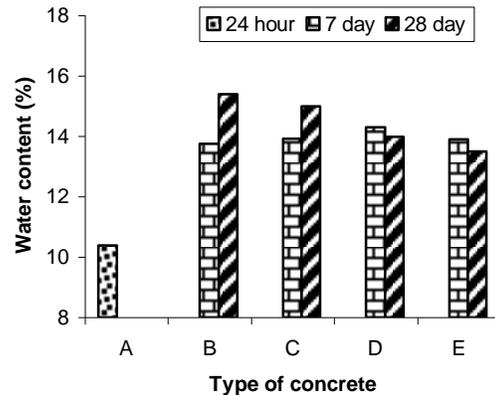


Figure 2. Water content of Oil palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% in humid and soaking conditioning after 7 and 28 days.

Notes:

- A. Oil Palm shell after soaking for 24 hours before used in concrete.
- B. Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% in soaking conditioning.
- C. Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% in humid conditioning
- D. Oil Palm shell removed from concrete with composition of 100% in soaking conditioning.
- E. Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% in humid conditioning

Gambar 2 menunjukkan kadar air cangkang Sawit dalam beton dengan komposisi Sawit 50% dan 100% yang direndam dan dikondisikan lembab pada hari ke-7 dan ke-28. Dari gambar tersebut diketahui bahwa kadar air cangkang Sawit dalam beton yang direndam dan dikondisikan lembab antara hari ke-7 dan hari ke-28 berkisar antara 13% sampai 15%. Bila dibandingkan kadar air dari cangkang Sawit yang belum dijadikan beton dengan kadar air cangkang Sawit yang telah dijadikan bahan pencampur dalam beton diketahui

mengalami kenaikan, dan berdasarkan uji statistik kadar air antara cangkang Sawit yang direndam air selama 24 jam dengan kadar air cangkang Sawit yang telah dijadikan beton berbeda nyata.

Berdasarkan uji statistik yang dilakukan, diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi kadar air cangkang Sawit sebagai bahan baku beton adalah faktor komposisi dan waktu, dimana jika dibandingkan kadar airnya berbeda nyata.

Hasil percobaan dari kadar ekstraktif etanol benzena (1:2) disajikan pada Gambar 3.

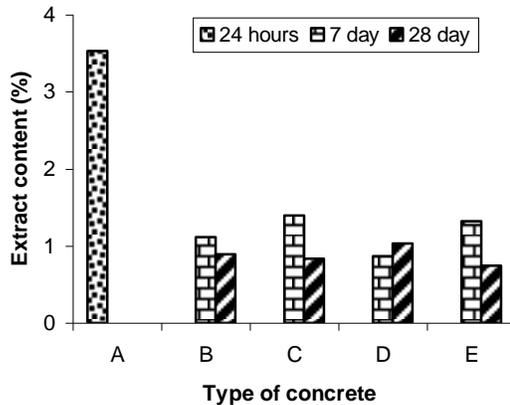


Figure 3. Extract content in Ethanol-Benzene (1:2) of Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% after conditioning in humid and soaking water for 7 and 28 days.

Notes: see Figure 2

Gambar 3 menyajikan kadar ekstrak etanol benzena dari cangkang Sawit yang telah dijadikan beton, jika dibandingkan dengan kadar ekstrak etanol benzena cangkang Sawit yang direndam air selama 24 jam dan belum dijadikan beton, nilai kadar ekstrak etanol benzena dari cangkang Sawit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena pada cangkang Sawit yang belum dijadikan beton tidak terjadi reaksi hidrasi yang bersifat eksoterm penyebab keluarnya zat-zat ekstraktif dari cangkang Sawit, sehingga zat-zat ekstraktif yang keluar dari cangkang jumlahnya sedikit dan masih tersisa banyak dalam cangkang Sawit tersebut. Zat-zat ekstraktif yang keluar dari cangkang adalah zat-zat ekstraktif yang larut dalam air dan jumlahnya sedikit. Sedangkan kadar ekstrak pada cangkang Sawit yang sudah di jadikan bahan campuran beton terdapat sangat kecil, karena pada saat proses pembuatan beton dan selama perlakuan pada beton berlangsung terjadi reaksi antara lemak dengan larutan basa yang berasal dari rendaman semen. Basa menghidrolisis gliserida pada cangkang Sawit menjadi asam lemak, dan juga ada

reaksi antara air dengan CaSiO_3 sebagai komponen dari semen yang menghasilkan panas. (Kardiono 1992).

Panas ini akan melarutkan lemak dalam cangkang dan karena asam lemak pada cangkang mempunyai pH 5 (bersifat asam) maka asam lemak itu akan keluar sebagai emulsi. Emulsi ini mengganggu ikatan pada komponen dari semen yang berbentuk suspensi yang mengakibatkan semen tidak dapat mengeras dengan sempurna, sehingga akan berpengaruh pada daya kuat tekan beton. Hal ini yang menyebabkan kadar ekstrak cangkang pada beton lebih kecil daripada kadar ekstraksi pada cangkang Sawit murni yang hanya direndam air selama 24 jam.

Berdasarkan uji statistik, diketahui bahwa faktor yang berpengaruh terhadap kadar ekstrak adalah faktor perlakuan dan waktu dimana perbandingan kadar ekstrak berdasarkan kedua faktor tersebut berbeda nyata.

Kelarutan dalam air panas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar komponen-komponen zat ekstraktif yang terlarut yang diduga dapat mengganggu pada proses pengerasan beton dan berpengaruh terhadap daya kuat tekan beton. Kelarutan dalam air panas dari cangkang Sawit disajikan pada Gambar 4.

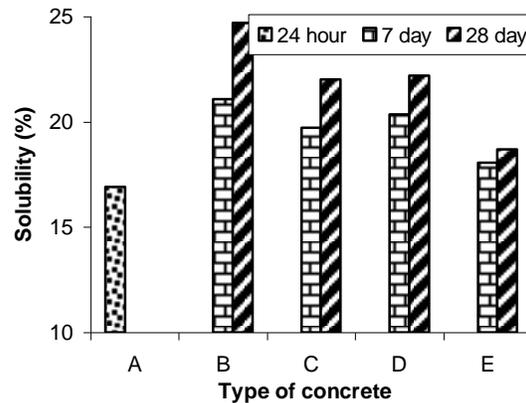


Figure 4. Hot water solubility of Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% after conditioning in humid and soaking water for 7 and 28 days.

Notes: see Figure 2

Dari Gambar 4 dapat diketahui kelarutan dalam air panas dari cangkang Sawit dengan berbagai komposisi cangkang Sawit dalam beton yang direndam maupun yang dikondisikan lembab berkisar antara $\pm 18\%$ sampai $\pm 22\%$. Bila dibandingkan kelarutan dalam air panas antara cangkang Sawit yang belum dijadikan beton yang direndam selama 24 jam dengan cangkang Sawit yang telah dijadikan beton dengan berbagai komposisi cangkang Sawit dan beberapa perlakuan terhadap beton nilai dari kelarutan tersebut naik yang menunjukkan

bahwa zat ekstraktif dari cangkang Sawit semakin meningkat.

Berdasarkan uji statistik perbandingan nilai kelarutan dalam air panas cangkang Sawit yang direndam air 24 jam berbeda nyata dengan nilai kelarutan dalam air panas cangkang Sawit yang telah dijadikan beton. Berdasarkan uji statistik juga diketahui bahwa faktor yang berpengaruh terhadap nilai kelarutan dalam air panas cangkang Sawit dengan berbagai komposisi dalam beton adalah faktor komposisi terhadap perlakuan, komposisi terhadap waktu dan perlakuan terhadap waktu dimana kelarutan dalam air panasnya berbeda nyata.

Kelarutan dalam air dingin hampir sama dengan kelarutan dalam air panas, yaitu untuk mengetahui seberapa banyak zat ekstraktif yang terlarut dalam air, hanya caranya dan penggunaan suhu airnya saja yang berbeda. Gambar 5 menyajikan hasil dari kelarutan dalam air dingin.

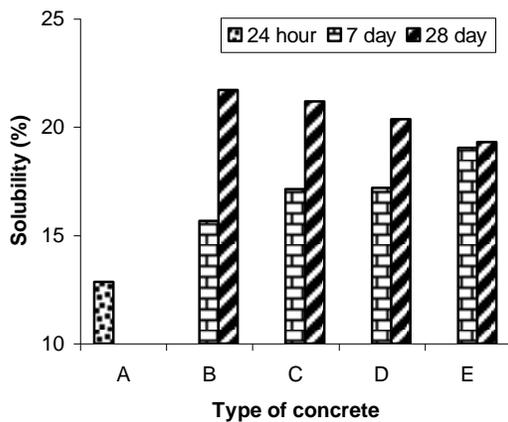


Figure 5. Cold water solubility of Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% after conditioning in humid and soaking water for 7 and 28 days.

Notes: see Figure 2

Kelarutan dalam air dingin cangkang Sawit hampir sama dengan hasil kelarutan dalam air panas. Perbedaannya hanya dari jumlah kelarutan yang dihasilkan dalam air dingin lebih sedikit dari pada kelarutan dalam air panas, karena pada kelarutan dalam air panas banyak lemak, lilin, minyak dan komponen lainnya yang terekstrak. Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa kelarutan dalam air dingin cangkang Sawit dengan komposisi cangkang 50% dan 100% dalam beton yang direndam maupun yang dikondisikan lembab pada hari ke-7 dan ke-28 berkisar antara $\pm 15\%$ sampai $\pm 21\%$. Bila dibandingkan antara cangkang Sawit murni yang belum dijadikan beton dengan cangkang Sawit yang telah dijadikan campuran beton, nilai kelarutan dalam air dingin mengalami kenaikan. Berdasarkan hasil yang disajikan pada Gambar 5 juga dapat diketahui

bahwa kelarutan dalam air dingin dari cangkang Sawit antara hari ke-7 dan ke-28 baik pada komposisi 50% cangkang Sawit maupun pada komposisi 100% cangkang Sawit dalam beton yang direndam maupun yang dikondisikan lembab mengalami kenaikan. Hal ini diduga karena semakin lama umur perlakuan dan semakin banyak komposisi cangkang Sawit yang digunakan, semakin banyak juga zat-zat ekstraktif terutama lemak yang bereaksi dengan larutan alkali yang berasal dari semen. Selain itu semakin banyak lemak yang terhidrolisis menjadi asam lemak karena panas yang dihasilkan antara reaksi semen dengan air.

Berdasarkan uji statistik, kelarutan dalam air dingin cangkang Sawit yang direndam 24 jam berbeda nyata dengan kelarutan dalam air dingin cangkang Sawit yang sudah dijadikan bahan pencampur dalam beton. Berdasarkan uji statistik juga dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi kelarutan dalam air dingin cangkang Sawit adalah kombinasi faktor komposisi, perlakuan dan waktu perlakuan.

Kadar lignin dari cangkang Sawit yang sudah dijadikan beton dengan berbagai komposisi dan perlakuan disajikan Gambar 6.

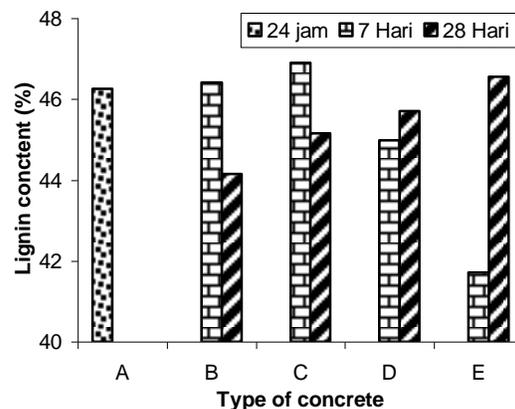


Figure 6. Lignin content of Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% after conditioning in humid and soaking water for 7 and 28 days.

Notes: see Figure 2

Dari data yang disajikan Gambar 6, dapat diketahui bahwa kadar lignin dari cangkang Sawit dengan komposisi cangkang 50% dan 100% dalam beton yang direndam maupun yang dikondisikan lembab pada hari ke-7 dan ke-28 berkisar antara $\pm 41\%$ sampai $\pm 46\%$. Nilai ini sesuai dengan nilai kadar lignin cangkang Sawit yang belum dijadikan beton sebagai bahan asal, yaitu sekitar $\pm 46.25\%$ (Tabel 3). Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara cangkang Sawit yang belum dijadikan beton dengan cangkang Sawit yang sudah dijadikan beton.

Gambar 7 menyajikan hasil yang diperoleh dari pengukuran holoselulosa dalam cangkang Sawit yang dijadikan bahan baku beton ringan.

Dari data yang disajikan Gambar 7, dapat diketahui bahwa kadar holoselulosa dari cangkang Sawit dalam beton dengan komposisi cangkang 50% dan 100% dalam beton yang direndam maupun yang dikondisikan lembab pada hari ke-7 dan ke-28 berkisar antara $\pm 59\%$ sampai $\pm 65\%$. Nilai ini sesuai dengan nilai kadar holoselulosa cangkang Sawit yang belum dijadikan beton, yaitu sekitar $\pm 64.84\%$. Nilai ini menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara kadar holoselulosa cangkang Sawit yang belum dijadikan beton dengan kadar selulosa cangkang Sawit yang sudah dijadikan beton. Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa kadar holoselulosa antara cangkang Sawit yang direndam air selama 24 jam tidak berbeda nyata dengan kadar holoselulosa cangkang Sawit yang sudah dijadikan beton.

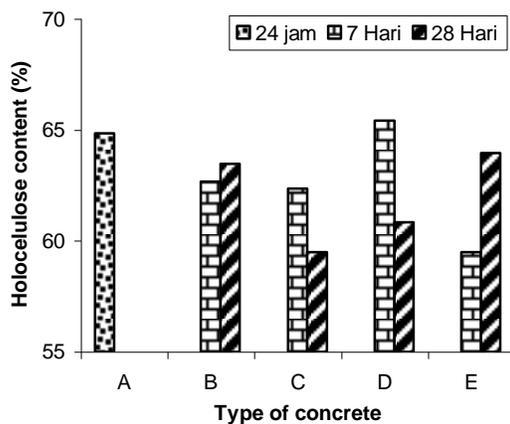


Figure 7. Holocelulose content of Oil Palm shell removed from concrete with composition of 50% and 100% after conditioning in humid and soaking water for 7 and 28 days.

Notes: see Figure 2

Diketahui juga bahwa kadar holoselulosa dari cangkang Sawit yang sudah dijadikan beton antara berbagai komposisi cangkang Sawit, perlakuan terhadap beton, dan waktu perlakuan tidak berbeda nyata. Hal ini karena holoselulosa yang terdiri dari hemiselulosa dan selulosa merupakan komponen dari cangkang Sawit yang berbobot molekul tinggi sehingga tidak mudah untuk bereaksi dengan alkali. Perbedaan hemiselulosa dan selulosa yaitu hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah dan mudah larut dalam alkali tapi sukar larut dalam asam, sedangkan selulosa sebaliknya (Winarno 1997).

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah, daya kuat tekan beton yang mendekati daya kuat tekan beton kontrol adalah beton dengan komposisi cangkang Sawit 50% dengan perlakuan rendam air dingin. Komponen kimia cangkang Sawit seperti holoselulosa dan lignin sebelum dan sesudah dijadikan beton berdasarkan uji statistik tidak mengalami perubahan, sedangkan untuk kadar ekstrak etanol benzena (1:2), kelarutan air panas dan kelarutan air dingin mengalami perubahan komposisi. Dari hasil penelitian yang dilakukan komponen cangkang Sawit yang diduga mempengaruhi kuat tekan beton adalah zat ekstraktif dari cangkang Sawit yaitu lemak. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan kadar lemak yang signifikan.

Daftar Pustaka

- ASTM. 1981. Annual Book of ASTM Standards. Part 22. Wood Adhesives. ASTM D 1107-56 (1979). Test for Alcohol-Benzene Solubility of Wood. American Society for Testing and Material. Philadelphia.
- ASTM. 1981. Annual Book of ASTM Standards. Part 22. Wood Adhesives. ASTM D 1106-56 (1977). Test for Lignin in Wood. American Society for Testing and Material. Philadelphia.
- ASTM. 1981. Annual Book of ASTM Standards. Part 22. Wood Adhesives. ASTM D 1110-56 (1977). Test for Water Solubility of Wood. American Society for Testing and Material. Philadelphia.
- ASTM. 1981. Annual Book of ASTM Standards. Part 22. Wood Adhesives. ASTM D 2016-74. Test for Moisture Content of Wood. American Society for Testing and Material. Philadelphia.
- Kardiono, T. 1992. Teknologi Beton. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- SNI. 2002. Metode Spesifikasi dan Tata Cara. Edisi 1. SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- SNI. 2002. Metode Spesifikasi dan Tata Cara. Edisi 1. SNI 03-2493-2002. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Subiyanto, B.; Subyakto; Y. Rosalita. 2005. Pemanfaatan Limbah Cangkang Sawit untuk Produk Bahan Bangunan. Laporan Teknis Program Kompetitif UPT BPP Biomaterial - LIPI. Tidak diterbitkan.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Cetakan 8. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Makalah masuk (*received*) : 11 Nopember 2006
Diterima (*accepted*) : 03 April 2007
Revisi terakhir (*final revision*) : 08 Mei 2007

Bambang Subiyanto, Triastuti, dan Yetvi Rosalita
UPT Balai Litbang Biomaterial – LIPI
(*Research and Development Unit for Biomaterials – LIPI*)
Jl. Raya Bogor Km. 46, Komplek LIPI, Cibinong.
Tel. : 021-879-14509
Fax. : 021-879-14510.
Email : komposit@cbn.net.id

Hasan Basri dan Linda Nurmala Sari
Sekolah Tinggi Matematika dan IPA
Jurusan Program Studi Kimia
Bogor