

## **PENANGANAN TUMPUKAN LIMBAH *SPENT BLEACHING EARTH* PABRIK MINYAK KELAPA MELALUI PEMBUATAN BATAKO**

### *HANDLING OF SPENT BLEACHING EARTH WASTE PILE OF COCONUT OIL FACTORY THROUGH "BATAKO" MAKING*

Broerie Pojoh dan A. Luther Ola  
Baristand Industri Manado  
Jalan Diponegoro No. 21-23 Manado  
pos-el: [b\\_pojoh@yahoo.com](mailto:b_pojoh@yahoo.com)  
Diterima tgl 11-04-2016, Disetujui tgl 18-04-2016

#### **ABSTRAK**

Tumpukan limbah SBE di kompleks pabrik minyak kelapa di Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara yang bertambah pada setiap proses produksi sangat potensial mengancam kelangsungan usaha pabrik. Penumpukan di halaman pabrik dilakukan karena belum adanya TPA khusus di wilayah tersebut. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas penimbunan *in-situ*. Penelitian bertujuan untuk meneliti pengaruh agregat, ekstraksi minyak, dan komposisi limbah SBE terhadap kualitas batako. Pengamatan dilakukan dengan merujuk pada persyaratan SNI 03-0348-1989 tentang Mutu dan Cara Uji Bata Beton Pejal meliputi kuat tekan dan kenampakan fisik dan sesuai Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) meliputi kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan batako yang dibuat dari limbah SBE yang diekstraksi tanpa menggunakan agregat, baik tanah domato, pasir kali, dan kerikil split, tidak memenuhi persyaratan SNI maupun PUBI. Diketahui juga bahwa batako yang dibuat dari limbah SBE yang minyaknya diekstraksi dengan cara dibuat menjadi briket memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan cara disangrai. Selanjutnya diketahui bahwa penggunaan agregat pasir kali menghasilkan batako dengan kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan tanah domato. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan batako yang dibuat dari limbah SBE yang diekstraksi minyaknya dengan komposisi SBE 25% lebih baik dibandingkan dengan komposisi SBE 50% dan 75%. Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan agar ekstraksi minyak SBE dalam skala besar dilakukan dengan menggunakan peralatan khusus agar supaya pencemaran oleh asap dapat ditekan seminimal mungkin. Untuk tujuan peningkatan stabilitas serta kuantitas tumpukan SBE maka direkomendasikan untuk membuat batako menggunakan SBE dengan komposisi sebanyak 50%.

Kata kunci: batako, spent bleaching earth, stabilitas tumpukan

#### **ABSTRACT**

*The study aims to investigate the use of aggregates, oil extractions methods, dan SBE (spent bleaching earth) compositions to the quality of "batako" bricks. Research was carried out to study the making of bricks from SBE with and without aggregates, to know the influence of extraction method and percentage of SBE to the quality of bricks. Observations were carried out in accordance with the requirements of SNI 03-0348-1989 on Quality and Test Method of Ductile Concrete Bricks, especially for compressive strength and physical appearance, and of PUBI requirement, for compressive strength. The results showed that the compressive strength of bricks made from SBE without aggregates do not meet the requirements of SNI and PUBI. It is also known that bricks made of SBE which oil content extracted through briquettes making give better results than by way of roasting. Furthermore, it is known that the use of sand produced bricks with compressive strength better than using domato soil. The results also show that the average compressive strength of bricks made from extracted SBE of 25% is better compared with the use of 50% of SBE and 75% of SBE. Based on observation, it is recommended that a large scale oil extraction should be carried out using special equipment in order to reduce pollution of smoke. For the purpose of improving the stability of SBE pile in the factory yards, it is recommended to uses SBE with the composition of as much as 50%.*

*Keywords: batako, spent bleaching earth, pile's stability*

#### **PENDAHULUAN**

Kelapa memiliki banyak manfaat antara lain sebagai bahan pangan, obat-

obatan dan bahan baku industry (1). Di Provinsi Sulawesi Utara terdapat empat pabrik minyak kelapa skala besar yang

mengolah kopra menjadi CCO (*Crude Coconut Oil*) dan CPO (*Crude Palm Oil*) dari kelapa sawit menjadi minyak kelapa/goreng. Bahan baku kopra yang digunakan secara umum memiliki kualitas rendah, antara lain ditunjukkan oleh warnanya coklat kehitam-hitaman dan kadar air, kontaminasi aflatoksin, serta kotoran yang relatif tinggi (2). Kualitas kopra yang rendah berimplikasi pada semakin panjangnya perlakuan, seperti pemurnian dan deodorisasi.

Bahan yang digunakan di dalam proses pemurnian minyak nabati/kelapa adalah *bleaching earth* (BE). BE merupakan tanah liat jenis *montmorillonite* dengan rumus kimia  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ . Komposisi kimia BE adalah silika oksida 64%, aluminium oksida 16%, besi (III) oksida 1,2%, magnesium oksida 2,1%, kalsium oksida 1,2%, kehilangan pada saat dibakar 7,9%, lain-lain 7,6% dengan ukuran >100 mesh (3). Perkiraan secara global, BE digunakan sebanyak 600 juta ton/tahun (4).

Hasil akhir dari proses pemurnian adalah minyak dan residu dalam bentuk *spent bleaching earth* (SBE). SBE yang dipisahkan masih mengandung minyak berkisar antara 20-40% (3). Pada pabrikan minyak kelapa di Bitung diinformasikan bahwa kandungan minyak dalam SBE relatif rendah, yaitu sekitar 20%, dimana dalam sehari dihasilkan SBE sejumlah 2-3 ton dan ditumpuk di kompleks pabrik (Gambar 1) (5).

Penumpukan SBE di kompleks pabrik minyak kelapa di Bitung merupakan implikasi dari penerapan PP No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan

Berbahaya dan Beracun (6). Di dalam PP tersebut, terdapat komponen kimia yang terkandung di dalam SBE yang termasuk ke dalam daftar limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) sehingga limbah tersebut hanya dapat dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) khusus. Dilain pihak, Pemerintah Kota Bitung belum menyiapkan TPA khusus untuk pembuangan limbah SBE. Akibatnya, tumpukan SBE terus bertambah sehingga dapat mengancam kelangsungan produksi pabrik(5).



**Gambar 1. Tumpukan limbah SBE di kompleks pabrik minyak kelapa di Kota Bitung**

Berbagai permasalahan yang dapat ditimbulkan akibat penimbunan SBE di TPA (*landfill*) telah menginspirasi berbagai upaya untuk memanfaatkannya. Dua patent telah dihasilkan, yaitu regenerasi SBE menggunakan *fluidized bed* (US Patent 5,256,613) dan bahan baku pakan ternak(3). Upaya penanganan lainnya dilakukan dengan cara pembakaran di dalam insinerator, bahan substitusi dalam pakan ternak, pupuk organik, dan bahan bangunan (4),(7). Penggunaan dalam proses pembuatan semen, tetapi kualitas semen sulit dipertahankan karena kandungan minyak yang tinggi di dalam

SBE (8). Kombinasi dengan tanah lempung sebagai bahan baku pembuatan bata ringan (9). Upaya lain yang dilakukan adalah recovery SBE dengan cara ekstraksi residu minyak menggunakan pelarut metilketon yang diikuti oleh pemanasan pada suhu  $370\text{C}^{\circ}$  (10), atau dengan *cethyltrimethyl-ammonium bromide* untuk menghilangkan asam pada larutan penyamak (11). Dilain pihak, telah diteliti pembuatan beton dengan komposisi SBE sebagai pengganti bahan pengisi sebesar 30-40% (12), namun kualitas beton yang dihasilkan sangat rendah karena kandungan minyak dalam limbah yang tinggi.

Dengan mempertimbangkan berbagai upaya penggunaan SBE di atas maka dalam rangka mengatasi masalah timbunan SBE dikompleks pabrik minyak kelapa yang semakin banyak dan tidak stabil karena mudah ditiup angin serta mudah longsor maka alternatif yang dapat dilakukan segera adalah upaya meningkatkan stabilitas serta kapasitas tumpukan limbah dengan membuatnya menjadi batako.

Belajar dari informasi yang diberikan oleh pabrikan bahwa SBE tanpa ekstraksi minyak sulit dibuat menjadi beton (5) dan

#### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah padat SBE dari pabrik minyak kelapa di Bitung, tanah domato diambil di Kel. Ranomuut, Manado, pasir kali Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan, semen portland, dan air. Sedangkan peralatan yang digunakan yaitu wajan, Loyang plastik besar, ember,

penelitian pembuatan bata merah dari SBE (13) dengan kualitas batu bata yang kurang baik, maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SBE yang minyaknya diekstraksi. Disamping untuk tujuan meningkatkan stabilitas tumpukan limbah, penelitian dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan bahan agregat “tanah domato” yang murah serta tersedia secara berlimpah di daerah ini, selain pasir kali dan kerikil.



**Gambar 2. Tipikal bukit tanah domato di Manado**

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Waktudan Tempat**

Penelitian dilaksanakan selama 6 (enam) bulan mulai bulan Juni-November 2014 di Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado.

sendok semen, sekop, ayakan kawat kasah, alat cetak sederhana, peralatan kuat tekan Tanifuji, dan peralatan analisis laboratorium.

### **Metode Penelitian**

Perlakuan penelitian yang dilakukan adalah sebagaimana dicantumkan pada Tabel 1. Komposisi batako 1:10,4 (semen: SBE+tanah domato/pasir kali+kerikil)

dipilih dengan pertimbangan bahwa batako yang akan diteliti bukan sebagai bahan bangunan tapi hanya untuk meningkatkan stabilitas tumpukan SBE. Oleh karena itu, komposisi dilipatduakan dibandingkan

dengan komposisi 1:5 (semen:pasir) (v/v) yang biasa diaplikasi masyarakat di lapangan atau komposisi hasil penelitian (12), yaitu 1:0,6:2,1:3,1 (semen:air:pasir:agregat) (v/v)

**Tabel 1. Perlakuan penelitian**

| Perlakuan | Cara ekstraksi minyak dalam SBE | SBE            | Agregat      |            |               |
|-----------|---------------------------------|----------------|--------------|------------|---------------|
|           |                                 |                | tanah domato | Pasir Kali | Kerikil split |
| A         | Disangrai                       | 100% (10 bgn)  | -            | -          | -             |
| B         |                                 | 100% (7,5 bgn) | -            | -          | -             |
| C         |                                 | 100% (5,0 bgn) | -            | -          | -             |
| D         |                                 | 25% (2,60 bgn) | 3,15 bgn     | -          | 4,65 bgn      |
| E         |                                 | 50% (5,20 bgn) | 2,10 bgn     | -          | 3,10 bgn      |
| F         |                                 | 75% (7,80 bgn) | 1,05 bgn     | -          | 1,55 bgn      |
| G         |                                 | 25% (2,60 bgn) | -            | 3,15 bgn   | 4,65 bgn      |
| H         |                                 | 50% (5,20 bgn) | -            | 2,10 bgn   | 3,10 bgn      |
| I         |                                 | 75% (7,80 bgn) | -            | 1,05 bgn   | 1,55 bgn      |
| J         | Dibuat briket kemudian dibakar  | 100% (10 bgn)  | -            | -          | -             |
| K         |                                 | 100% (7,5 bgn) | -            | -          | -             |
| L         |                                 | 100% (5,0 bgn) | -            | -          | -             |
| M         |                                 | 25% (2,60 bgn) | 3,15 bgn     | -          | 4,65 bgn      |
| N         |                                 | 50% (5,20 bgn) | 2,10 bgn     | -          | 3,10 bgn      |
| O         |                                 | 75% (7,80 bgn) | 1,05 bgn     | -          | 1,55 bgn      |
| P         |                                 | 25% (2,60 bgn) | -            | 3,15 bgn   | 4,65 bgn      |
| Q         |                                 | 50% (5,20 bgn) | -            | 2,10 bgn   | 3,10 bgn      |
| R         |                                 | 75% (7,80 bgn) | -            | 1,05 bgn   | 1,55 bgn      |

Keterangan:

1. Bgn = bagian
2. SBE yang digunakan adalah SBE<sub>CPO</sub>
3. Angka 2,60 diperoleh dari  $25\% \times (4,2+6,2)$ ; angka 3,15 diperoleh dari  $(100-25)\% \times 4,2$ ; angka 4,65 diperoleh dari  $(100-25)\% \times 6,2$
4. Konstan: semen 1 bagian dan air 1,2 bagian atau secukupnya.
5. Produk dicetak dengan tekanan secara manual.

Ukuran batako adalah 10×10×10 cm dengan dua ulangan dimana masing-masing ulangan terdiri atas 5 benda coba.

### Tahapan pembuatan batako

- Persiapan bahan
  - Disiapkan limbah padat SBECPO yang diambil daritumpukan SBE di kompleks pabrik minyak kelapa.
  - Minyak yang terkandung di dalam SBE tersebut diekstraksi dengan cara disangrai menggunakan wajan pada suhu sekitar 180-250°C dilakukan sampai bahan

menyala dan apinya padam, dan dengan cara dibuat menjadi briket kemudian dibakar sampai apinya padam (Gambar 3). Bahan yang tersisa dari kedua cara ekstraksi tersebut digunakan menjadi bahan pengisi pembuatan batako. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar minyak SBE yang diproduksi pabrikan minyak nabati di Bitung

adalah 18,41%. SBE yang minyaknya diekstraksi dengan cara sangrai memiliki kadar minyak 12,63%, sedangkan dengan cara briket memiliki kadar minyak 9,84%.

- Pembuatan adonan  
Agregat ditambahkan kedalam limbah SBE lalu diaduk hingga merata. Selanjutnya tambahkan air sesuai

perlakuan atau secukupnya hingga adonan menjadi agak plastis.

- Pencetakan produk  
Adonan dicetak dalam bentuk kubus dengan ukuran 10x10x10cm dan dikeringkan di bawah naungan selama minimal 28 hari. Setiap pagi pada selang waktu 1-7 hari pertama, batako dipercik dengan air sehingga tercipta kondisi lembab.



Gambar 3. Ekstraksi minyak limbah SBE cara sangrai (Gambar 1,2,3) dan briket (Gambar 4)

**Pengujian Mutu**

Pengujian mutu batako meliputi kuat tekan dan kenampakan fisik merujuk pada SNI 03-0348-1989 tentang Mutu dan Cara Uji Bata Beton Pejal (Tabel 2) (14).

**Tabel 2. Syarat-syarat Fisik pada batako sesuai SNI 03-0348-1989**

| Karakteristik                             | Satuan             | Tingkat mutu bata beton pejal |    |     |
|---|--------------------|-------------------------------|----|-----|
|   |                    | I                             | II | III |
| Kuat tekan bruto rata-rata, min           | kg/cm <sup>2</sup> | 100                           | 75 | 40  |
| Kuat tekan bruto masing-masing benda, min | kg/cm <sup>2</sup> | 90                            | 65 | 35  |
| Penyerapan air rata-rata, maks            | %                  | 25                            | 35 | -   |

dan Persyaratan Umum Bahan Indonesia (PUBI), yang mensyaratkan antara lain kuat tekan 2-7 N/mm<sup>2</sup> (15).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian pembuatan batako dari limbah SBE dicantumkan pada Tabel 3.

Data pada Tabel 3 memberikan beberapa informasi penting menyangkut: kualitas batako yang dibuat dari limbah SBE, dimana perlakuan yang memenuhi syarat kuat tekan dan bentuk adalah perlakuan G, M, P, dan Q.

**Tabel 3. Kualitas produk batako dari limbah SBE**

| Perlakuan | Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) |     |                     | Kenampakan fisik        |
|-----------|----------------------------------|-----|---------------------|-------------------------|
|           | I                                | II  | Rata-rata ulangan   |                         |
| A         | 0,5                              | 0,5 | 0,5                 | Bentuk tidak utuh/rapuh |
| B         | 1                                | 0,5 | 0,75                | Bentuk tidak utuh/rapuh |
| C         | 8                                | 7   | 7,5                 | Bentuk tidak utuh       |
| D         | 17                               | 16  | 16,5                | Bentuk utuh             |
| E         | 12                               | 10  | 11                  | Bentuk utuh             |
| F         | 1                                | 0,5 | 0,75                | Bentuk tidak utuh/rapuh |
| G         | 19                               | 22  | 20,5*)              | Bentuk utuh             |
| H         | 1                                | 2   | 1,5                 | Bentuk utuh             |
| I         | 0,5                              | 0,5 | 0,5                 | Bentuk tidak utuh/rapuh |
| J         | 5                                | 4   | 4,5                 | Bentuk utuh             |
| K         | 6                                | 6   | 6                   | Bentuk utuh             |
| L         | 16                               | 14  | 15                  | Bentuk utuh             |
| M         | 20                               | 25  | 22,5 <sup>*)</sup>  | Bentuk utuh             |
| N         | 13                               | 10  | 11,5                | Bentuk utuh             |
| O         | 1,5                              | 2   | 1,75                | Bentuk utuh             |
| P         | 65                               | 75  | 70 <sup>*)**)</sup> | Bentuk utuh             |
| Q         | 24                               | 24  | 24 <sup>*)</sup>    | Bentuk utuh             |
| R         | 4                                | 3   | 3,5                 | Bentuk utuh             |

Keterangan:

- Hasil pengujian Laboratorium Bahan Bangunan Baristand Industri Manado

\*) memenuhi syarat PUBI(15)

\*\*\*) memenuhi syarat SNI(14)

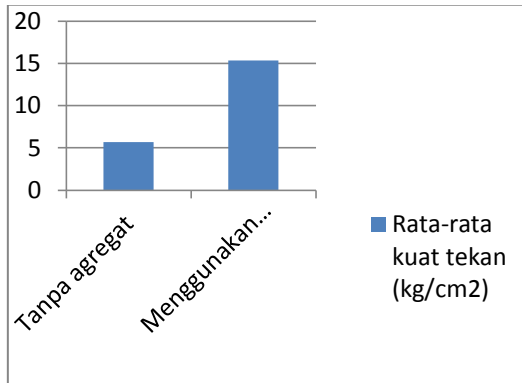


**Gambar 4. Batako dari limbah SBE**

1) Pengaruh agregat terhadap kualitas batako yang dibuat dari limbah SBE

Kualitas batako yang dibuat dari limbah SBE tanpa menggunakan agregat tanah domato, pasir kali, dan kerikil *split* dicantumkan pada Gambar 5. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan batako yang dibuat dari limbah SBE yang

diekstraksi tanpa menggunakan agregat tanah domato, pasir kali, dan kerikil tidak memenuhi persyaratan PUBI maupun SNI. Hal ini terjadi karena di dalam beton (yang merupakan campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air), agregat berfungsi sebagai penguat (PBI, 1971).

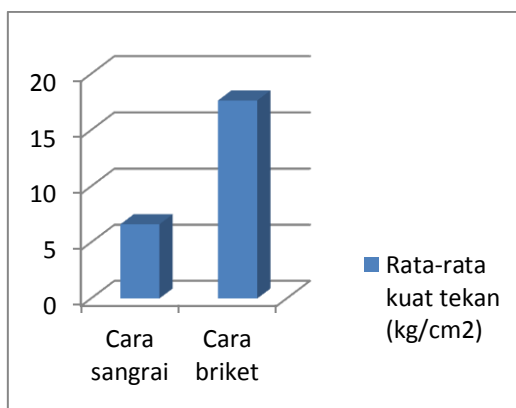


**Gambar 5. Pengaruh penggunaan agregat terhadap kuat tekan batako dari limbah SBE**

Data hasil penelitian juga menunjukkan bahwa batako yang memiliki kuat tekan tinggi adalah perlakuan dengan kombinasi agregat halus dan kasar dengan komposisi tinggi. Hal ini sejalan dengan sifat yang paling berpengaruh pada kualitas beton yang terletak pada kekasaran permukaan, kekerasan, dan gradasi agregat (PBI 1971).

2) Pengaruh cara ekstraksi minyak limbah SBE terhadap kuat tekan batako

Pengaruh cara ekstraksi minyak limbah SBE terhadap kuat tekan batako disajikan pada Gambar 6.



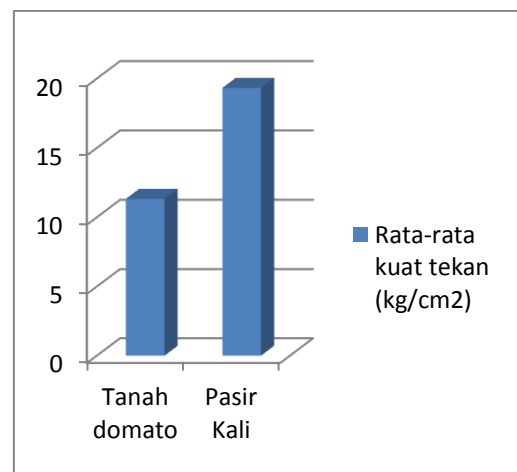
**Gambar 6. Pengaruh cara ekstraksi minyak limbah SBE terhadap kuat tekan batako**

Dari Gambar 6 diketahui bahwa batako yang dibuat dari limbah SBE yang minyaknya diekstraksi dengan cara dibuat

menjadi briket memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan menggunakan limbah SBE yang minyaknya diekstrak dengan cara disangrai. Namun demikian, hasil rata-rata kedua cara ekstraksi untuk semua perlakuan tidak memberikan hasil yang memenuhi syarat baik PUBI maupun SNI.

3) Pengaruh penggunaan tanah domato dan pasir kali terhadap kuat tekan batako dari limbah SBE

Pengaruh penggunaan agregat tanah domato dan pasir kali terhadap kuat tekan batako dari limbah SBE dicantumkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Pengaruh penggunaan agregat tanah domato dan pasir kali terhadap kuat tekan batako**

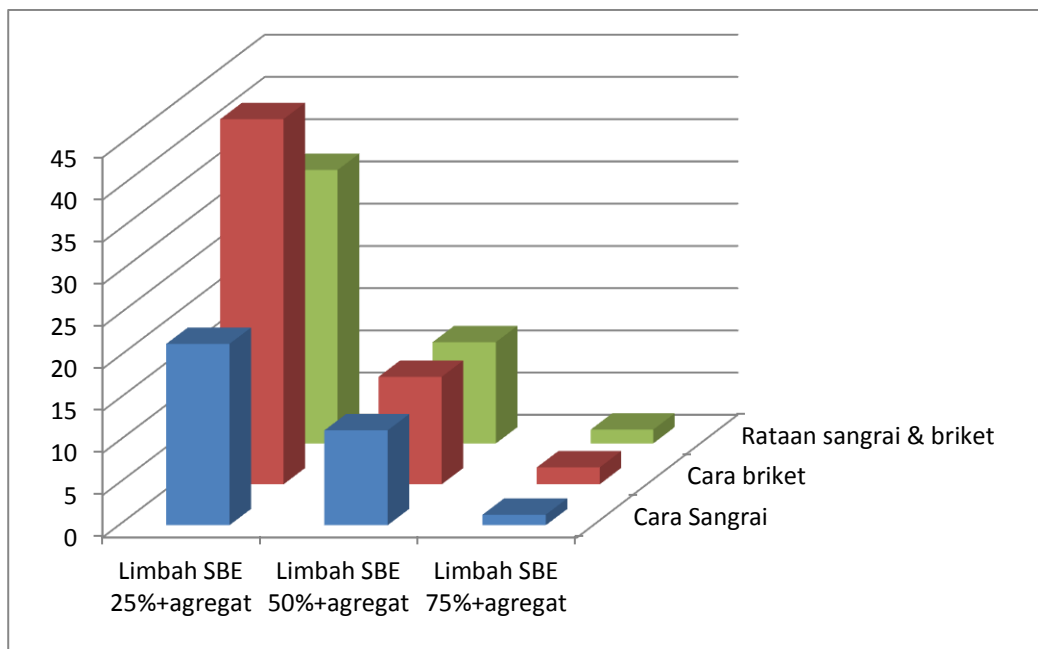
Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan agregat pasir kali menghasilkan batako dengan kuat tekan memenuhi syarat PUBI yaitu 2-7 MPa (20-70 kg/cm<sup>2</sup>). Hasil ini disebabkan karena pasir kali merupakan agregat yang memenuhi persyaratan sebagai bahan pengisi beton (16) karena memiliki tingkat kekerasan yang memenuhi syarat (PBI 1991) sedangkan tanah domato, disamping

mengandung pasir (komposisi terbesar), juga mengandung batu apung dan lempung yang bersifat sebagai pengganggu pada pembuatan beton. Kondisi ini sebenarnya dapat diperbaiki dengan cara mencuci bahan tersebut dengan air sehingga batu apung maupun lempung dapat dipisahkan dari pasir. Secara alamiah, bahan-bahan pengganggu tersebut dapat terpisah manakala tanah domato terbawa ke aliran sungai karena terbawa air hujan.

4) Pengaruh kombinasi komposisi limbah SBE dan cara sangrai terhadap kuat tekan batako dari limbah SBE

Pengaruh komposisi limbah SBE dan cara sangrai terhadap kuat tekan batako dari limbah SBE dicantumkan pada Gambar 8. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan

batako yang dibuat dari limbah SBE yang diekstraksi minyaknya dengan komposisi 25% memenuhi syarat PUBI maupun SNI. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah SBE dalam pembuatan batako harus dikombinasikan dengan penggunaan agregat, baik tanah domato, pasir kali, dan kerikil *split*. Penggunaan limbah SBE sebanyak 50% menghasilkan batako dengan kuat tekan rata-rata 12 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil dari perlakuan ini, walaupun tidak memenuhi persyaratan PUBI maupun SNI namun menghasilkan produk dengan kenampakan fisik yang baik, yaitu bentuk utuh dan tidak rapuh.



Gambar 8. Pengaruh persentasi limbah SBE terhadap kuat tekan batako

**KESIMPULAN**

Penggunaan SBE dalam pembuatan batako harus didahului dengan

ekstraksi minyak dimana cara briket memberikan hasil yang lebih baik dibanding cara sangrai. Penggunaan agregat halus,



yaitu pasir kali menghasilkan batako dengan mutu yang lebih baik dibandingkan menggunakan tanah domato. Penggunaan limbah SBE sebanyak 25% (75% agregat+semen portland) memberikan hasil rata-rata kuat tekan tertinggi dan kenampakan fisik yang utuh dan tidak rapuh.

### SARAN

Proses ekstraksi minyak dari limbah SBE dengan cara sangrai maupun briket menghasilkan asap dalam jumlah besar sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, bila akan diproduksi dalam skala besar maka proses ekstraksi perlu dilakukan secara terkontrol menggunakan tungku yang didesain secara khusus.

### REKOMENDASI

Untuk maksud meningkatkan stabilitas tumpukan limbah SBE di kompleks pabrik yang kuantitasnya sangat besar dan bertambah secara periodik maka direkomendasikan untuk membuat batako menggunakan limbah SBE sebanyak 50%, diekstraksi dengan cara briket, menggunakan agregat halus maupun kasar, dan perekat semen portland. Proses ekstraksi dengan cara briket lebih direkomendasikan karena cara tersebut dapat dirancang ke dalam suatu sistem input-output (*closed-loop process*).

### DAFTAR PUSTAKA

1. DebMM, Mandal S. Coconut (*Cocos nucifera* L. *Arecaceae*): In health promotion and disease prevention. Asian Pac J Trop Med. 2011;4:241–7.
2. Pranowo D, Nuryono, Agus A, Wedhastri S, Reiter EV, Razzazi-Fazeli E, et al. A limited survey of aflatoxin B1 contamination in Indonesian palm kernel cake and copra meal sampled from batches. *Mycotoxin Res.* 2013;29:135–9.
3. Smallwood NJ. Use of spent bleaching earth from edible oil processing in the formulation of salt and mineral feed blocks or pellets for livestock. 2013. Available from: <http://www.google.com/patents/WO2013052357A2?cl=en>
4. Loh SK, James S, Ngatiman M, Cheong KY, Choo YM, Lim WS. Enhancement of palm oil refinery waste - Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth. *Ind Crops Prod.* 2013;49:775–81.
5. Wawancara dengan Manager Operasional PT. MNS. Bitung; 2014.
6. Badan Standardisasi Nasional. PP No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta; 1999.
7. Tangchirapat W, Saeting T, Jaturapitakkul C, Kiattikomol K, Siripanichgorn A. Use of waste ash from palm oil industry in concrete. *Waste Manag.* 2007;27:81–8.
8. Soh KL, James S, Ngatiman M, Cheong KY, Choo Y and WSL. Enhancement of palm oil refinery waste-Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth. *Ind Crop Prod.* 49.
9. Raksi S. Pembuatan bata ringan limbah spent bleaching earth. Universitas Gadjah Mada. 2009. Available from: [http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian\\_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku\\_id=41461&obyek\\_id=4](http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=41461&obyek_id=4)
10. Wambu EW, Muthakia GK, wa JK. Thiongo PMS. Regeneration of Spent Bleaching Earth and its adsorption of Copper (II) ions from aqueous solutions. *Appl Clay Sci.* 46(2):176–80.
11. Mana M, Ouali MS, de Menorval LC, Zajac JJ, Charnay C. Regeneration of spent bleaching earth by treatment with cethyltrimethylammonium bromide for application in elimination of acid dye. *Chem Eng J.* 2011;174:275–80.
12. Yii LCA. Strength as concrete with spent bleaching earth as cement replacement. University Malaysia Pahang; 2010.
13. Ola AL, Pojoh B, Lumunon M, Tani D, Gultom S. Pengembangan teknologi proses bata merah dari limbah pabrik minyak nabati. Manado; 2014.

14. Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-0348-1989 tentang Mutu dan Cara Uji Bata Beton Pejal. Jakarta; 1989.
15. Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) 1982. Jakarta; 1982.
16. Djamaluddin R, Akkas, M. SDS. Studi pengaruh sumber bahan baku agregat terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. [Internet]. Universitas Hasanuddin; Diakses dari:[http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2795/Jurnal Studi Pengaruh Sumber Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Mutu Tinggi.pdf?sequence=1](http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2795/Jurnal%20Studi%20Pengaruh%20Sumber%20Agregat%20Halus%20terhadap%20Kuat%20Tekan%20Mutu%20Tinggi.pdf?sequence=1)