

Kajian Awal Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Karbon Aktif

Hendriyana

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani

Abstrak. Produksi padi akan menghasilkan limbah yang disebut sekam. Dari sekitar 100 kg tanaman padi kering hanya diperoleh beras 28,9 kg beras dengan 55,6 kg jerami dan 8,9 kilogram sekam serta 3,6 kg bekatul. Limbah sekam hingga sampai saat ini perlu dicari cara pemanfaatannya agar lebih bernilai ekonomis. Salah satu pemanfaatan sekam padi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sekam padi menjadi karbon aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap pada pengolahan air baku atau limbah cair industri agar limbah tersebut nantinya dinyatakan aman ketika dibuang ke lingkungan. Pembuatan karbon aktif dari sekam padi ini dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama dilakukan proses karbonisasi pada suhu 400°C – 600°C. Setelah proses karbonisasi, dilakukan pengecilan ukuran karbon untuk memperluas permukaan karbon. Tahap selanjutnya adalah proses aktivasi, di mana zat aktivator yang digunakan pada penelitian kali ini adalah kalium hidroksida dan asam fosfat dengan variasi konsentrasi 3M dan 9M. Proses aktivasi dilakukan pada temperatur 50°C dan 100°C selama 2 jam. Dari hasil penelitian didapatkan luas permukaan paling besar 130,31 mg/g dengan kondisi operasi aktivasi 50 °C dengan menggunakan activator KOH.

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat konsumsi beras terbesar di dunia. Sebagian besar penduduk Indonesia mengkonsumsi beras sebagai bahan makanan pokok. Konsumsi beras Indonesia yang tinggi menuntut tingkat produksi beras yang besar pula. Dengan produksi padi Indonesia sebanyak 54 juta ton pada tahun 2005, maka pengolahan padi menjadi beras akan menghasilkan jumlah limbah sekam lebih dari 10,8 juta ton.

Namun, pemanfaatan sekam memang masih sangat terbatas, antara lain sebagai media tanaman hias, pembakaran bata merah, dan keperluan lain yang masih sangat sedikit penggunaannya dikarenakan sifatnya yang abrasif, dan sifat kandungan sertanya yang tidak dapat diolah menjadi produk pakan maupun kertas. Salah satu pemanfaatan sekam padi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sekam padi menjadi karbon aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap pada pengolahan air baku atau limbah cair industri.

Karbon aktif adalah karbon yang sudah diaktifkan, baik dengan proses aktifasi gas maupun proses aktifasi kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya adsorpsinya tinggi. Karbon aktif bersifat non-voluminus dan praktis, selain itu karbon aktif memiliki fungsi sebagai adsorben, sehingga memberi nilai tambah yang tinggi pada limbah sekam padi. Adsorben adalah suatu zat yang mempunyai daya adsorpsi selektif, berpori (mempunyai luas permukaan satuan massa yang besar) dan mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang akan dipisahkan secara fisik atau kimia.

Adsorben karbon aktif banyak digunakan pada industri-industri misalnya pada industri gula, makanan dan obat, pengolahan pulp, yang biasanya digunakan sebagai pemurni air, penghilang racun, penghilang rasa dan bau pada pengolahan air limbah, *recovery* pelarut, pemucat warna, pemurni udara, dan lain-lain.

Pada penelitian ini dilakukan aktivasi dengan menggunakan proses aktivasi kimia dengan menggunakan zat aktivator KOH dan H_3PO_4 . Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kondisi operasi proses aktivasi karbon aktif dari sekam padi, sehingga diperoleh karbon aktif yang mempunyai daya adsorpsi yang tinggi.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Sekam Padi

Sekam padi merupakan salah satu bentuk limbah pertanian yang memiliki lapisan keras pembungkus pada kariopsis butir gabah, terdiri atas dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Sekam padi termasuk limbah pertanian berbentuk bahan buangan tidak terpakai dan bahan sisa dari hasil pengolahan. Proses penghancuran limbah sekam padi secara alami berlangsung sangat padat, sehingga tumpukan limbah dapat mengganggu lingkungan sekitar dan berdampak kesehatan manusia. Padahal, melalui pendekatan teknologi, limbah pertanian tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi hasil samping yang berguna disamping produk utamanya.

Pada proses penggilingan gabah, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan sebagai bahan baku industri, pengolahan air baku dan limbah cair industri, pakan ternak, dan energi. Dengan komposisi kandungan kimia yang terdapat pada sekam padi antara lain dapat dimanfaatkan untuk:

1. Bahan baku industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural.
2. Bahan baku industri bahan bangunan, terutama kandungan silika (SiO_2) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen Portland, bahan isolasi, *husk-board* dan campuran pada industri bata merah.
3. Sumber energi panas karena kadar selulosanya cukup tinggi sehingga dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil.
4. Bahan baku karbon (arang) aktif, karena memiliki kadar karbon yang cukup besar. Pada tabel 2.1 dapat dilihat komposisi sekam padi dalam basis kering:

Tabel 1 Komposisi sekam padi dalam basis kering

| Komponen | Fraksi massa (%) |
|-----------|------------------|
| Karbon | 41,40 |
| Hydrogen | 4,94 |
| Oksigen | 37,32 |
| Nitrogen | 0,57 |
| Silicon | 14,66 |
| Potassium | 0,59 |
| Sodium | 0,04 |
| Sulfur | 0,30 |

| | |
|-----------|------|
| Posfor | 0,07 |
| Kalsium | 0,06 |
| Zat besi | 0,01 |
| magnesium | 0,03 |

2.2 Karbon Aktif

Karbon berdasarkan pada pola strukturnya merupakan suatu bahan berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas serta memiliki permukaan dalam, sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Unsur karbon adalah suatu zat *inert* yang tidak larut dalam air, asam, basa, dan pelarut organik. Karbon yang terjadi di dalam proses pembentukannya bukanlah karbon murni, tetapi terdapat abu juga, deposit yang berupa tar dan senyawa hidrokarbon. Karbon aktif adalah karbon yang telah mengalami proses pengaktifan, sehingga memiliki daya serap (adsorpsi) yang tinggi terhadap warna, bau, dan zat-zat yang beracun, dan zat kimia lainnya. Keaktifan penyerapan karbon aktif ini tergantung pada senyawa karbonnya yang sekitar antara 85% - 95% karbon aktif.

Karbon aktif dibagi atas 2 tipe yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk powder yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 \AA , yang dapat digunakan dalam fase cair, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu dan kegunaan lain yaitu pada industri kimia. Karbon tersebut dapat diperoleh dari serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah

Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras diameter pori berkisar antara $0 - 200 \text{ \AA}$, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fasa gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan, dan pemurnian gas. Karbon tersebut dapat diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata, atau bahan baku yang mempunyai struktur yang keras.

Pada karbon aktif akan terjadi suatu struktur karbon yang *porous* sehingga mempunyai daya adsorpsi yang lebih tinggi dari pada karbon biasa. Pengertian karbon aktif ditujukan pada karbon yang *amorf* yang diolah secara khusus untuk memperbesar daya adsorpsinya. Luas daya adsorpsi sekitar $600 - 2000 \text{ m}^2/\text{gram}$. Menurut Sheve N.R, 1977, karbon aktif yang mempunyai luas permukaan besar yang digunakan dalam proses pemurnian itu sekitar 100 kali lebih efisien daripada arang kayu (*charcoal*) dan 40 kali lebih efisien daripada *bone black* (arang dari tulang). Luas permukaan pori-pori bagian dalam dari karbon memungkinkan karbon aktif mempunyai daya penyerapan terhadap gas-gas dan zat yang terlarut dalam cairan. Pori-pori yang terdapat pada permukaan karbon aktif memiliki dimensi, distribusi, dan luas yang bervariasi. Hal ini tergantung dari bahan baku serta kondisi pada tahap karbonisasi dan aktifasi. Menurut *Intenasional Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), karbon aktif mempunyai sifat tidak berbau, tidak berasa, berwarna hitam, serta mempunyai daya serap yang lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum mengalami proses pengaktifan. Sifat-sifat karbon aktif tergantung pada bahan dasarnya, cara proses pengaktifannya dan bentuk karbonnya.

Faktor–faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif adalah sebagai berikut:

- Sifat kimia dan fisika dari karbon aktif, antara lain luas permukaannya, ukuran lubang, komposisi kimia, dan lain – lain.
- Sifat – sifat kimia dan fisika dari adsorbat (gas dan larutan yang akan diberi arang aktif) antara lain: ukuran molekul, molecul polaritas (muatan molekul, susunan atau koposisi kimia).
- Waktu tinggal (waktu penyerapan).
- Konsentrasi adsorbat dalam fasa cair.

Penggunaan arang aktif pada berbagai industry diantaranya adalah:

1. Industri makanan : Untuk menyaring dan menghilangkan warna, bau, dan rasa tidak enak pada makanan.
2. Industri pengolahan air minum: untuk menghilangkan bau,warna, rasa yang tidak enak, gas – gas beracun, zat pencemar air, dan sebagai pelindung resin pada pembuatan demineralisasi air.
3. Industri minuman: menghilangkan warna, bau, dan rasa yang tidak enak.
4. Industri obat: menyaring dan menghilangkan warna dan senyawa- senyawa yang tidak diinginkan.
5. Industri pengolahan limbah cair: membersihkan air buangan dari pencemar warna, bau, zat beracun, dan logam berat.
6. Mengambil gas polutan: menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, uap air raksa, uap benzen dan lain – lain.
7. Industri plastik: sebagai katalisator, pengangkut vinil chorida dan vinil acetat.
8. Industri gas alam: desulfurisasi, penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas.
9. Industri *Rafinery*: zat perantara dan penyaringan bahan mentah.
10. Industri pengolahan emas dan mineral: pemurnian uap merkuri dan menyerap polutan.
11. Mendaur ulang pelarut: mengambil kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etanol, etil asetat dan lain-lain.
12. Industri perikanan: pemurnian, menghilangkan bau dan warna, dan lain sebagainya.

2.3 Proses Aktivasi Karbon

Hasil karbonisasi di proses lebih lanjut hingga karbon tersebut menjadi karbon aktif dengan menggunakan *activator*. Hasil proses aktivasi dilakukan pengujian daya adsorpsi dengan menggunakan metode bilangan iodium. Sifat terpenting dari karbon adalah daya adsorpsinya. Proses yang memperbesar daya adsorpsinya dari hasil karbonisasi disebut proses aktivasi.

Proses ini dilakukan dengan maksud:

- Memperluas permukaan yang aktif, misalnya dengan memperbanyak pori
- Memperbesar jumlah volume dari ruang kapiler.
- Menghilangkan zat – zat anorganik atau organik yang teradsorpsi.

Umumnya proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu yang lebih tinggi daripada suhu karbonisasi, dengan kotoran- kotoran yang dapat menguap sebagian besar dapat dihilangkan, begitu pula hidrokarbon-hidrokarbon yang dapat menguap sebagian besar dapat dihilangkan, begitu pula hidrokarbon-hidrokarbon dengan berat molekul tinggi.

Setelah aktivasi, diperoleh karbon aktif, tetapi karbon ini bukan karbon murni, masih terdapat unsur lain yang terkait padanya, misalnya oksigen yang terkait dalam beberapa bentuk yang dilukiskan sebagai senyawa permukaan. Pada dasarnya ada 2 cara pengaktifan karbon, yaitu cara termal (*thermal method*) dan cara kimia (*chemical method*):

A. Metode termal (fisika)

Tahap karbonisasi dan aktivasi biasanya dilakukan di dalam suatu *direct-fired rotary kilns*, sebagai pilihan lain dapat digunakan suatu *reactor fluidized bed*. Kebanyakan karbon diaktifkan dengan cara ini. Perbedaan bahan baku akan menyebabkan variasi dalam metode ini, namun pada prinsipnya sama. Pengaktifan biasanya dilakukan pada suhu antara 500 °C – 900 °C dan sebagai bahan pengaktifan dilakukan dengan *steam* (uap) atau gas CO₂ pada suhu antara 800 °C – 900 °C. Dalam proses dengan menggunakan *steam* ini aktivasi berlangsung secara berkesinambungan karena reaksi karbon menjadi CO₂ adalah eksotermis.

B. Metode kimia

Bahan kimia yang paling umum dipakai sebagai bahan pengaktif adalah asam fosfat (H₃PO₄), zinc klorida (ZnCl₂), dan asam sulfat (H₂SO₄), kalsium klorida (CaCl₂), magnesium klorida (MgCl₂), Ca(OH)₂, dan NaOH. Semua bahan pengaktif ini umumnya bersifat sebagai pengikat air. Selain bahan kimia yang digunakan di atas, bahan kimia yang dapat dipakai sebagai pengaktif lainnya ialah Na₂CO₃, gas SO₂, Na₂SO₄, dan Ca₃(PO₄)₂.

Aktivasi karbon secara kimia dengan bahan baku dan bahan pengaktif diaduk menjadi pasta, dikeringkan, dan dikarbonisasi di dalam tungku putar pada suhu 600 °C. Untuk mengaktifkan lebih jauh kadang – kadang digunakan *steam* (uap) pada suhu 700 °C – 800 °C. Khusus untuk bahan pengaktif asam fosfat, maka setelah proses karbonisasi dilakukan pemanasan selama 2-8 jam pada suhu 800 °C. Pada tahap ini asam fosfat tereduksi menjadi fosfor dan air, kemudian diserap lalu diubah kembali menjadi fosfat untuk dipakai kembali, arang yang sudah aktif lalu dicuci bersih dengan menggunakan air dan dikeringkan.

3 Metodologi

3.1 Bahan

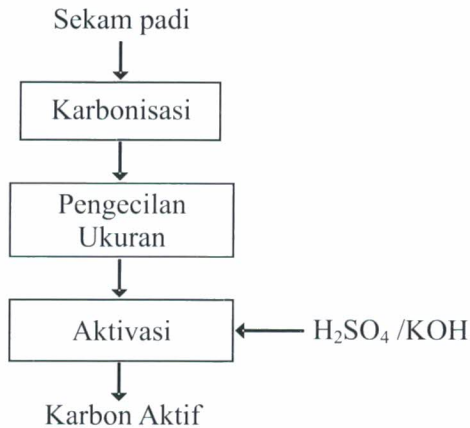
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon yang berasal dari sekam padi, asam fosfat, dan kalium hidroksida.

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: batang pengaduk, *beaker glass*, botol aquadest, corong pisah, erlenmeyer, gelas ukur, hot plate, kaleng bekas, kertas saring, Kompor gas, Labu takar, Oven, Spatula, Termometer, Timbangan dan Mortar

3.3 Prosedur Percobaan

Tahapan percobaan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Tahapan percobaan

Sekam padi dikarbonisasi selama tiga jam sampai menghasilkan karbon sekam padi. Karbon sekam padi selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran sehingga menghasilkan serbuk karbon. Serbuk karbon yang diperoleh diaktivasi dengan suhu aktivasi 50°C dan 100°C, dengan bahan kimia pengaktif (zat aktivator) yaitu larutan KOH dan H₃PO₄. Perbandingan massa karbon dan massa larutan zat aktivator 1 : 2.

4 Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa pada perlakuan aktivasi, semakin besar konsentrasi zat aktivator yang digunakan maka luas permukaan karbon aktif semakin besar. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2, bahwa karbon yang diaktivasi dengan konsentrasi aktivator 9M, bilangan iodin-nya lebih tinggi dibandingkan dengan karbon yang diaktivasi dengan konsentrasi 3M. Hal ini dapat diakibatkan oleh fraksi tumbukan antara larutan dengan karbon akan semakin besar seiring dengan meningkatnya konsentrasi.

Tabel 2 Tabel luas permukaan karbon aktif dengan aktivator KOH

| | Sebelum aktivasi | 3M | 9M |
|-------|------------------|-------------|-------------|
| 50°C | 22.14 mg/g | 112.96 mg/g | 130.31 mg/g |
| 100°C | 22.14 mg/g | 77 mg/g | 116.44 mg/g |

Tabel 3 Tabel luas permukaan karbon aktif dengan aktivator H₃PO₄

| | Sebelum aktivasi | 3M | 9M |
|-------|------------------|------------|------------|
| 50°C | 22.14 mg/g | 31.47 mg/g | 46 mg/g |
| 100°C | 22.14 mg/g | 24.98 mg/g | 41.04 mg/g |

Kemudian dari hasil di atas, suhu dengan aktivasi 50 °C menghasilkan luas permukaan yang lebih besar bila dibandingkan dengan suhu aktivasi 100°C. Hal ini dapat diakibatkan oleh penguapan larutan pada suhu 100°C lebih cepat dari suhu 50°C, sehingga waktu kontak antara larutan dengan karbon akan lebih singkat.

5 Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang didapatkan dari karakterisasi karbon aktif yang dihasilkan pada saat penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil penelitian semakin besar konsentrasi zat aktivator yang digunakan maka luas permukaan karbon aktif semakin besar.
2. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada proses aktivasi dengan suhu 100°C, bilangan iodin yang didapat lebih rendah bila dibandingkan dengan proses aktivasi dengan suhu 50°C.
3. Dari hasil penelitian ini pula didapatkan bahwa zat aktivator kalium hidroksida lebih efektif bila dibandingkan dengan asam fosfat.

Daftar Pustaka

1. Egwaikhide1, P.A., Akporhonor, E.E., and Okieimen, F.E., 2007, *Utilization of coconut fibre carbon in the removal of soluble petroleum fraction polluted water*, International Journal of Physical Sciences Vol. 2 (2), pp. 047-049
2. Wan Nik, W.B., Rahman, M.M., Yusof, A.M., Ani, F.N., and Che Adnan, M., 2006, *Production of Activated Carbon from Palm Oil Shell Waste and Its Adsorption Characteristics*, Proceedings of the 1st International Conference on Natural Resources Engineering & Technology, Malaysia
3. Viswanathan, B.P., Indra Neel and Varadarajan, T.K., 2009, *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials*, NATIONAL CENTRE FOR CATALYSIS RESEARCH DEPARTMENT OF CHEMISTRY INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY MADRAS
4. Zhang, Y., Hong Cui, etc., 2007, *Characterization of Activated Carbon Prepared from Chicken Waste and Coal*, Energy & Fuels, 21, 3735–3739