

PEMANFAATAN LIMBAH DAUN NANAS SEBAGAI KARBON AKTIF MENGGUNAKAN BANTUAN AKTIVASI GELOMBANG *MICRO*

Firman¹⁾, Taufik²⁾, Muh. Kasim¹⁾, Dodi Ilham Suryanata³⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia Polteknik Negeri Samarinda

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin Polteknik Negeri Samarinda

³⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Polteknik Negeri Samarinda

ABSTRACT

The annual production of pineapple ranges from 161 tons of fruit, but pineapple is a crop once harvested so that the leaves can become waste. There are 69.5-71.5% cellulose in pineapple leaf fibers so that it is potential to be used as carbon active. Based on the content of its organic compounds, pineapple leaf waste can be processed into activated carbon, to produce activated carbon the carbonization process is carried out using pyrolysis, chemical activation and *microwave* activation to expand the pore size of pineapple leaves to comply with SNI standards No. 06-3730-1995. This study aims to determine the effect of time on *microwave* activation on the quality of activated carbon from pineapple leaves, so that it can produce activated carbon that has quality in accordance with the standards of activated carbon according to SNI No. 06-3730-1995. Pineapple leaves in pyrolysis with a temperatur of 400°C for 2 hours followed by chemical activation using KOH 5 M for 2 hours while stirring, the ratio of activated carbon with aktivator 1:10 (g/v) then activated *micro* wave 400 watt power with a time variation of 10, 20, 30, 40 minutes. The best results were shown when the *micro* wave activation was 30 minutes with water content of 6.47%, 8.24% *Ash* content, and iodine absorption 812.91 mg / g. Water content, *Ash* content and iodine absorption obtained from the best results have met SNI standard No. 06-3730-1995.

1. PENDAHULUAN

Tanaman nanas (*Ananas comosus*) merupakan tanaman yang batangnya pendek. Nanas merupakan tanaman monokotil dan bersifat merumpun (bertunas anakan). Daunnya panjang sekali, pada tepinya tumbuh duri yang menghadap ke atas (ke arah ujung daun) dan daun muncul serta terkumpul pada pangkal batang. Daunnya mempunyai serat panjang (Sunarjono, 2008 dalam Ari Setiawan dkk, 2017). Berdasarkan data resmi yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) Kaltim, kebun buah-buahan masyarakat Samarinda pada tahun 2015 menghasilkan nanas 161 ton. Pemanfaatan tanaman nanas selama ini hanya sebatas pada buahnya saja sedangkan daun nanas relatif belum banyak dimanfaatkan. Pada saat panen, tanaman ini harus diganti dengan tanaman nanas yang baru sedangkan daunnya hanya dibuang sebagai limbah dari petani nanas. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, yang mengakibatkan limbah daun nanas terus bertambah. Adanya senyawa - senyawa karbon seperti selulosa dan lignin yang terdapat didalam daun nanas, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar karbon aktif (Ari Setiawan dkk, 2017).

Ari Setiawan dkk., (2017) telah melakukan penelitian berbasis bahan baku limbah daun nanas sebagai bahan dasar karbon aktif dengan menggunakan variasi aktivator dan tanpa aktivator, dalam penelitian itu aktivator yang digunakan adalah H₂SO₄ dan H₃PO₄ dimana hasil uji bilangan iod masing-masing adalah 382,1576 mg/g dan 371,2104 mg/g sedangkan perilaku yang diberikan tanpa aktivator didapatkan sebesar 274,3582 mg/g. Dengan kondisi temperatur karbonisasi 300 °C dalam waktu 1 jam. Adapun penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat mengetahui pengaruh variasi waktu menggunakan gelombang *micro* (*microwave*) agar karbon aktif yang dihasilkan harapannya dapat sesuai dengan standar SNI No.06-3730-1995. Manfaat dari penelitian ini adalah mengurangi limbah daun nanas yang setiap bulannya panen harus diganti dengan bibit baru.

Tanaman nanas (*Ananas comosus*) merupakan tanaman yang batangnya pendek. Nanas merupakan tanaman monokotil dan bersifat merumpun (bertunas anakan). Daunnya panjang sekali, pada tepinya tumbuh duri yang menghadap ke atas (ke arah ujung daun) dan daun muncul serta terkumpul pada pangkal batang (Ari Setiawan, 2017). Daunnya mempunyai serat panjang (Ari Setiawan, 2017). Komposisi atau kandungan kimia dari serat daun nanas adalah selulosa, lignin, pektin, lemak dan wax, abu dan zat-zat lain (protein dan asam organik lainnya). Menurut Hidayat, 2008 dalam Ari Setiawan, 2017, terdapat 69,5-71,5% selulosa dalam serat daun nanas.

¹ Korespondensi penulis: Firman, Telp. 081235609999, firmansmd@gmail.com

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85%-95% karbon (Idrus, dkk., 2013). Bahan-bahan yang mengandung unsur karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara memanaskannya pada temperatur tinggi. Pori-pori tersebut dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerap (adsorben). Karbon aktif adalah karbon yang sudah mengalami aktivasi, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar karena jumlah porinya lebih banyak. Karbon aktif memiliki struktur amorf dengan luas permukaan 300-35000 m²/g (Rohmah & Redjeki, 2014).

Pemanasan gelombang mikro: Energi yang disuplai oleh generator gelombang mikro disimpan secara langsung di karbon aktif (Haq, 1999 dalam Liqiang Zhang et al, 2013). (Liqiang Zhang et al, 2013) Dalam variasi daya pemanasan karbon aktif, Namun temperatur tidak konstan selama 15 menit. Pada awalnya, ada yang cepat peningkatan temperatur dan kemudian secara bertahap meningkat menjadi konstan. Semakin besar input daya *microwave*, semakin cepat temperatur lapisan karbon aktif meningkat dan semakin tinggi temperatur mencapai pada tahap konstan. Ketika daya *microwave* setinggi 400 W, temperturnya naik hingga 800 ° C dalam satu menit dan mencapai ke temperatur puncak, sekitar 900 ° C. Saat daya 100 W, temperatur mencapai sekitar 500 ° C dalam 4 menit. (Liqiang Zhang et al, 2013)

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini alat yang digunakan antara lain: ayakan 100 mesh, neraca analitik, *furnace*, oven, buret 50 ml, Erlenmeyer, corong, kertas saring whatman no. 42, kurs porselen, gelas kimia 250 ml, labu ukur, pipet tetes, *shaker*, Bulp, Kertas lakmus, Spatula, Batang pengaduk, Labu ukur 250 ml, Gelas ukur 10 ml, Gegep, Desikator, Botol semprot, Kaca arloji dan *Microwafe*

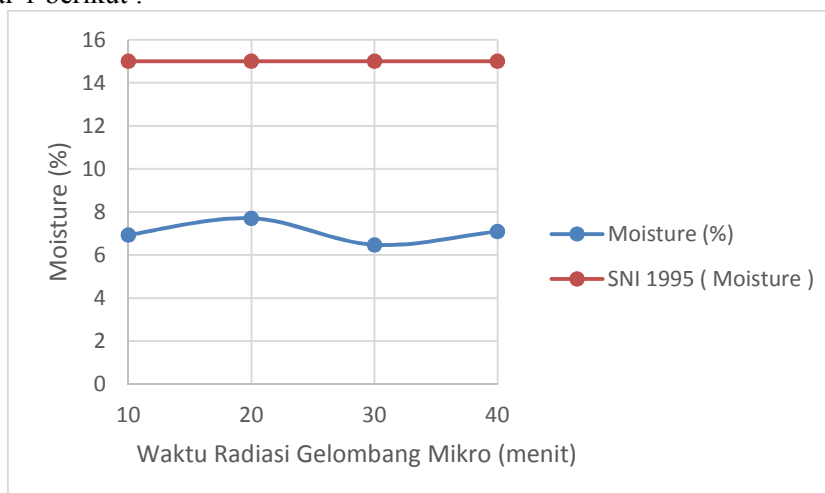
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Daun Nanas, Larutan KOH 5 M, Larutan Iod, Aquadest, KI (kalium iod), Indikator kanji, Tiosulfat, K₂Cr₂O₇ (standarisasi iod).

Variabel Penelitian Waktu aktivasi kimia selama 2 Jam, Ukuran partikel 100 *mesh* (-100 +120), Konsentrasi aktivator KOH 5 M, Waktu pirolisis selama 2 jam, Massa karbon saat aktivasi 200 gram, Perbandingan sampel dan aktivator KOH 1:10 (berat : volume), Temperatur pirolisis 400°C. Variabel yang divariasikan pada penelitian ini adalah waktu aktivasi gelombang *micro* : 10, 20, 30 dan 40 menit

Penelitian ini dilakukan dengan 4 tahap, tahap pertama dengan melakukan pirolisis daun nanas selama 2 jam selanjutnya tahap kedua melakukan aktifasi secara kimia dengan menggunakan larutan KOH, tahap ketiga dilakukan aktivasi menggunakan gelombang mikro yang selanjutnya pada tahap ke empat dilakukan pengujian kualitas karbon aktif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu aktivasi gelombang mikro untuk dapat menghasilkan karbon aktif daun nanas sesuai dengan standar kualitas karbon aktif yang memiliki kualitas sesuai dengan standar SNI No.06-3730-1995. Penentuan kadar air (*moisture*) bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. (Emmy Sahara dkk, 2017). Hasil penentuan kadar air dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :

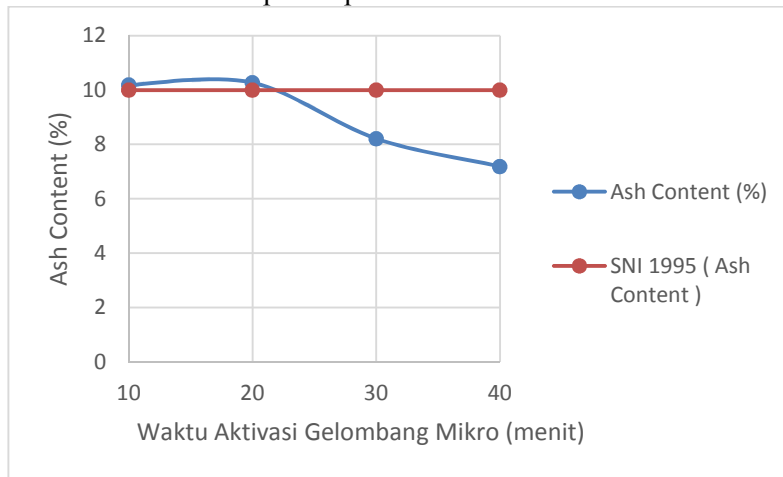


Gambar 1. Waktu Aktivasi Gelombang Mikro Vs Moisture

Pada aktivasi gelombang mikro 10 menit sebesar 6,9301% terjadi proses penghilangan kadar air dan zat-zat yang dapat menguap yang terdapat pada karbon aktif, namun pada waktu ini penghilangan kadar air dan zat-

zat yang dapat menguap hanya terjadi sedikit sehingga presentase hasil karbon aktif masih tinggi. (Fitriani dkk, 2016). Namun pada aktivasi gelombang mikro 20 menit terjadi kenaikan kadar air sedikit yaitu 7,7126% . Kondisi maksimum pada penelitian ini hilangnya kadar air dan zat-zat yang mudah menguap serta pembentukan struktur pori terjadi pada waktu 30 menit sebesar 6,4744% dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sedangkan pada waktu 40 menit hanya berlangsung proses penghancuran atau pembesaran struktur pori yang telah terbentuk pada radiasi 20 menit (Iqbaldin et al., 2013 dalam Fitriani dkk, 2016). Dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa kadar air (*moisture*) mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan oleh waktu tertentu, sehingga dapat diambil kesimpulan untuk mendapatkan kadar air yang rendah digunakan waktu aktivasi gelombang mikro 30 menit.

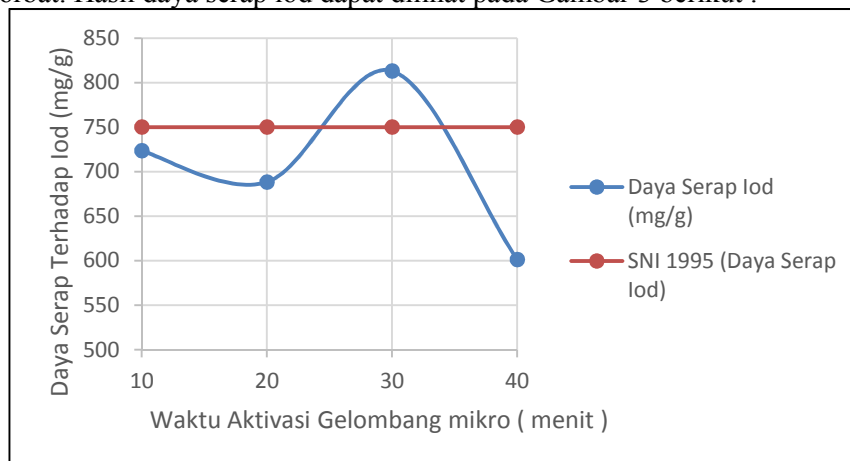
Hasil karakterisasi kadar abu ditampilkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Waktu Aktivasi Gelombang Mikro Vs Ash Content

Pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan berkisar 7,18-10,26 % dapat dilihat pada Gambar 4.2. Hasil yang didapat pada waktu aktivasi gelombang mikro 10 menit dan 20 menit menghasilkan kadar abu tertinggi sehingga tidak masuk kedalam standar SNI 1995. Hal ini disebabkan masih terdapat kandungan mineral yang tertinggal didalam pori-pori karbon aktif. Mineral umumnya akan hilang pada saat proses karbonisasi serta aktivasi tetapi masih dimungkinkan terdapat kandungan yang tertinggal didalam pori-pori arang aktif (Ari Setiawan dkk., 2017). Pada saat aktivasi gelombang mikro 10 dan 20 menit terjadi proses pemanasan yang begitu cepat sehingga kontak panas gelombang mikro tidak maksimum mengenai bagian-bagian inti dari karbon yang membuat mineral pengotor belum hilang secara maksimal. Dan kadar abu akan semakin turun seiring lamanya waktu aktivasi gelombang mikro seperti ditunjukkan pada gambar 4.2 waktu 30 dan 40 menit. Kandungan abu akan mengakibatkan kualitas dari arang aktif turun menyebabkan penyumbatan dari pori arang aktif sehingga akan mempengaruhi daya serap pada adsorpsi (Herlandien, 2013 dalam Ari Setiawan dkk, 2017).

Penentuan daya serap iod bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari arang aktif untuk mengadsorpsi adsorbat. Hasil daya serap iod dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3 Waktu Aktivasi Gelombang mikro Vs Daya Serap I₂

Persyaratan daya serap Iod untuk karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 adalah minimal 750 mg/g. Daya serap karbon aktif daun nanas pada penelitian ini berkisar 601,20 – 812,91 mg/ g. Daya serap karbon aktif daun nanas ditunjukkan pada Gambar 4.5 . Karbon aktif yang memiliki bilangan iod yang paling tinggi adalah karbon aktif yang diberi aktivasi gelombang mikro selama 30 menit dengan kadar penyerapan terhadap iod sebesar 812,9056 mg/g daya serap iod tinggi ini dikarenakan temperatur pada saat 30 menit mencapai temperatur puncaknya, sehingga pembukaan pori-pori semakin luas dan merata.

Pada waktu aktivasi gelombang mikro 30 menit memiliki kadar air yang rendah, kadar abu yang rendah dan fixed carbon yang tinggi sehingga daya serap karbon menyerap larutan iod semakin maksimal. Daya serap yang tinggi menyatakan karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih tinggi pula (Fitriani dkk, 2016).

Ketika waktu radiasi diatas 20 menit, reaksi aktivasi selesai karena agen pengaktif habis, ini berarti bahwa rasio KOH digunakan juga memiliki pengaruh terhadap pengembangan pori selama proses aktivasi (Fitriani dkk, 2016). Namun pada penelitian ini kondisi maksimum daya serap iod adalah pada waktu 30 menit, ini menunjukkan bahwa waktu terbaik ada pada aktivasi gelombang mikro 30 menit dapat dilihat dari uji iod tertingginya, setelah itu diatas waktu 30 menit hasil uji iodin berkurang pada waktu 40 menit ini menunjukkan bahwa pada waktu 40 menit hanya terjadi penghancuran struktur pori-pori karbon aktif akibat terlalu lama pemanasan hal ini dibuktikan dengan hasil analisa SEM pada Gambar 4.6 (e) . Meningkatnya waktu aktivasi gelombang mikro menyebabkan temperatur aktivasi meningkat secara signifikan. Pori-pori yang terbentuk dan hancur secara bersamaan selama waktu pengaktif (Fitriani dkk, 2016). Pada temperatur aktivasi tertentu, reaksi aktivasi antara KOH dan karbon dalam sampel meningkat yang mendorong pembentukan pori yang lebih baik, sehingga meningkatkan luas permukaan karbon aktif. Namun ketika temperatur aktivasi mencapai batasnya, penghancuran pori menjadi dominan dan akibatnya mengurangi luas permukaan, maka ukuran pori-pori menjadi lebih luas dari mikropori ke mesopori (Fitriani dkk, 2016).

Daya gelombang mikro yang terserap dapat dikonversikan menjadi panas dalam bahan (Fitriani, 2016; Clark et al., 2000). Semakin lama radiasi gelombang mikro diberikan maka semakin tinggi temperaturnya (Fitriani, 2016). Aktivasi gelombang diatas 30 menit memiliki temperatur yang lebih tinggi, sehingga pori-pori mikro yang telah terbentuk akan lebih besar menjadi pori-pori berukuran meso dan makro dan pada waktu ini adalah waktu optimum, sehingga daya serap terhadap larutan iod menjadi lebih besar. Pada waktu 30 menit aktivasi gelombang mikro hasil uji iodin number terbaik juga diperoleh pada penelitian (Wenya Ao et al, 2018) dan menurun sangat jauh pada waktu 40 menit.

4. KESIMPULAN

Dari waktu aktivasi gelombang *micro* didapatkan waktu terbaik pada 30 menit dengan hasil uji bilangan iod sebesar 812,9056 mg/g , kadar air 6,47%, kadar abu 8,21%, hasil ini telah memenuhi standar SNI No.06-3730-1995.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ari Setiawan, Anis Shofiyani dan Intan Syahbanu. (2017). Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (Ananas Comosus) Sebagai bahan dasar arang aktif untuk adsorpsi Fe (II). Jurnal Fakultas MIPA: Pontianak
- Dong Yang et al. (2017). “ Experimental Study on Preparation of Straw Activated Carbon by *Microwave Heating*”. *Shandong Jianzhu University* : China
- Emmy S, Wahyu D.S & Putu Adi. (2017). Pembuatan dan karakterisasi arang aktif dari batang tanaman gumitir (*tagetes erecta*) yang diaktivasi dengan H₃PO₄. Universitas Udayana : Jurusan FMIPA
- Esthi Kusdarini¹, Agus Budianto & Desyana Ghafarunnisa. (2017). Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄, NH₄HCO₃, dan Termal. Institut Teknologi Adhi Tama: Surabaya.
- Fahrizal F., Ngafwan, dan Joko Sedyono. (2016). Analisa Scanning Electron *Microscope* Komposit Polyester Dengan Filler Karbon Aktif Dan Karbon Non Aktif, Jurnal Teknik Mesin, Surakarta
- Fitriani, Awitdrus dan Rakhmawati Farma. (2016). Studi Awal Pengaktifan Karbon Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro Sebagai Bahan Penyerap Dari Kayu Eucalyptus, Jurnal FMIPA, Riau
- Glory Riama, dkk. (2012). Pengaruh H₂O₂, Konsentrasi NaOH Dan Waktu Terhadap Derajat Putih Pulp Dari Mahkota Nanas. Jurnal Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya
- Idrus, R., Lapanporo, B.P., & Putra, Y.G. (2013). Pengaruh Temperatur Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prisma Fisika*, Vol. 1: 50-55.

- Lela Mukmilah., dkk. (2016). “Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin” Universitas Muhammadiyah Sukabumi.
- Liqiang Zhang et al. (2013). “Modification of Activated Carbon by Means of *Microwave* Heating and its Effects on the Pore Texture and Surface Chemistry” Shandong University: China
- Melki D. (2018). Pengaruh Temperatur Pirolisis pada Proses Karbonisasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Tanah Gambut. Laporan Tugas Akhir, Politeknik Negeri Samarinda
- Noor Rahmadani dan Puji Kurniawati. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas, Jurnal Seminar Nasional FMIPA UII, Yogyakarta
- Pari G, Dkk. (2006). Pengaruh Lama Waktu Aktivasi Dan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Acacia Mangium, Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Bogor
- Prasetyo, Y. (2011). *Scanning Electron Microscope* dan *Optical Emission Spectroscopy*. <http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanning-electron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopy-oes/>. Tanggal akses 19 Maret 2012.