

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF KULIT SINGKONG MENGGUNAKAN AKTIVATOR $ZnCl_2$

Luki Aprilliya Setiyoningsih, Dwi Indarti*, Tri Mulyono

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember

*email: indartidwi.fmipa@unej.ac.id,

Received 16 April 2018

Accepted 28 Mei 2018

Abstrak

Penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui karakteristik arang hasil sintesis dan mengetahui pengaruh variasi kerapatan sistem yang digunakan. Arang aktif dibuat melalui beberapa tahapan yaitu, dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Penggunaan alat modifikasi pada tahap karbonisasi akan menghasilkan arang aktif yang berbeda. Proses aktivasi yang digunakan adalah aktivasi secara kimia dengan merendam arang dalam larutan aktivator $ZnCl_2$. Masa arang yang digunakan adalah 1:1 dengan menggunakan perbandingan masa arang : masa aktivator. Perbandingan masa yang digunakan tersebut menghasilkan kerapatan sistem yang meningkat yaitu 2, 4, 6, 8, dan 10%. Waktu aktivasi yang digunakan sesuai dengan penelitian sebelumnya adalah 8 jam. Arang aktif yang diperoleh memiliki karakteristik: berkadar air 3,67%, berkadar abu 13,5%, dan bermassa jenis 0,31/mL. Arang aktif ini memiliki daya serap terhadap senyawa iod sebesar 277 mg/g.

Kata kunci: arang aktif, alat modifikasi, aktivasi kimia

Abstract

The objective of the study are to determine the characteristics of charcoal from the manufacture using a modification tool, and to determine the effect of system density variation. Activated charcoal is made through several stages namely, dehydration, carbonization and activation. The use of the modifikation at the carbonization stage will result in different activated charcoal. The activation proses used in chemical activation by immersing the charcoal in a $ZnCl_2$ activator solution. The charcoal massa period used is 1:1 with the charcoal massa : the activator period. Comparison of the massa used to produce increased system density of 2, 4, 6, 8, and 10%. The activation time used in accordance with the previous study was 8 hours. The active charcoal made using the modified means is obtained for the optimum 2% effect of system density at 8 hours of activation time. The active charcoal has characteristics: water content of 3.67%, ash content of 13.5%, and density of 0.31/mL. This activated charcoal has an adsorption capacity of 277 mg/g of iodine compound.

Keyword: activated charcoal, modifiers, chemical activation

Pendahuluan

Kulit singkong memiliki unsur karbon cukup banyak yaitu sebesar 59,31% serta kemampuan untuk mengadsorpsi ion logam karena mengandung protein,

selulosa nonreduksi, dan serat kasar. Kulit singkong tersebut juga memiliki banyak gugus fungsi $-OH$, $-NH_2$, $-SH$, dan $-CN$ yang dapat digunakan sebagai ligan untuk mengikat ion logam (Sadewo,

2010). Kandungan yang dimiliki kulit singkong tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan arang aktif.

Pembuatan arang aktif dapat dibuat dengan beberapa tahapan. Tahap pertama adalah dehidrasi, tahap kedua adalah karbonisasi dan tahap ketiga yaitu aktivasi. Tahap karbonisasi dilakukan dengan menggunakan *furnace* akan menghasilkan arang, sehingga pada penelitian kali ini akan digunakan alat modifikasi yang dibuat sedemikian rupa. Alat modifikasi ini akan menghasilkan arang dengan rendemen yang cukup besar (Warman, 2005). Ukuran arang hasil karbonisasi yang digunakan berkisar 100 mesh. Tahap terakhir adalah tahap aktivasi. Tahap aktivasi memiliki 2 metode yang bisa digunakan, yaitu tahap aktivasi fisika yang menggunakan bahan aktivator dari gas CO₂ pada temperature tinggi antara 800⁰-1200⁰C. Metode kedua adalah aktivasi kimia yang merupakan proses perendaman terlebih dahulu bahan baku pada *activating agent* (Hendra, 2008). Aktivasi secara kimia dipilih karena mudah dilakukan dan tidak memerlukan suhu terlalu tinggi dibandingkan dengan menggunakan tehnik aktivasi secara fisika. Proses aktivasi kimia memerlukan aktivator untuk mengubah arang menjadi arang aktif. Aktivator yang dapat digunakan adalah NaOH, KOH, NaCl, H₂SO₄, HNO₃, ZnCl₂ serta Na₂CO₃ (Kienle, 1986). Aktivator ZnCl₂ menghasilkan mikropori maksimal dibandingkan dengan aktivator H₃PO₄ dan KOH, sehingga ZnCl₂ dapat digunakan sebagai zat aktivator pada pembuatan arang aktif (Esterlita dan Herlina, 2015). Arang kulit singkong yang akan diaktifasi menggunakan ZnCl₂ akan menghasilkan arang aktif yang baik pada rasio yang tepat. Pemilihan rasio sesuai dengan penelitian sebelumnya (Omosho dan Sangodoying, 2013) yaitu 1:1.

Hasil aktivasi arang dengan ZnCl₂ pada perbandingan masa 1:1 menghasilkan kadar air 2,71%, kadar abu 2,47% serta densitas 0,415 g/mL. Waktu aktivasi yang telah dilakukan oleh Omosho dan

Sangodoyin (2013) dengan perbandingan masa 1:1 yang paling optimal adalah 8 jam. Perbandingan masa yang digunakan tersebut akan diperoleh arang aktif yang memiliki struktur pori terbesar, sehingga didapat luas permukaan arang aktif yang luas dengan menggunakan perbandingan masa 1:1. Karakteristik terbaik juga didapat juga dengan menggunakan perbandingan masa 1:1 sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan. Perbandingan masa tersebut akan divariasi dengan kerapatan sistem yang berbeda.

Metode Penelitian

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah oven, botol semprot plastik, alat pemanas modifikasi, *beaker glass* 150 mL, *beaker glass* 250 mL, labu ukur, *erlemeyer*, *ball pipet*, termokopel, timbangan, spatula, batang pengaduk, ayakan 70 dan 100 mesh, mortal, stamper, corong, cawan porselin, pH universal, buret, statif, neraca analitik, *furnace*, *magnetic stirrer* dan desikator.

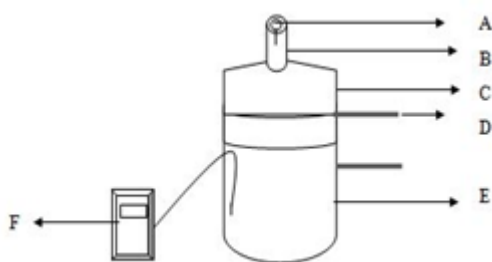
Bahan yang digunakan adalah limbah kulit singkong industri rumah tangga Jawa Timur. Bahan kimia lainnya seperti ZnCl₂.2H₂O (RdH), Akuades, kertas saring, larutan Iodine (Merck), Amilum (Merck) dan larutan Na₂SO₃.5H₂O (SAP CHEMICALS).

Prosedur Penelitian Pembuatan arang aktif

Sebanyak 2 kg limbah kulit singkong dibersihkan dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih kemudian dipotong dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 150 °C selama 24 jam. Kulit singkong yang telah bersih dan kering dikarbonisasi menggunakan alat modifikasi pada suhu ± 420 °C selama 90 menit. Alat modifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 1. Terdiri dari silinder baja dengan tutup bagian atas terdapat lubang kecil, serta penggunaan termokopel pada penentuan suhu karbonisasinya.

Serbuk halus yang digunakan yang berukuran antara 70-100 mesh. Serbuk

arang kulit singkong direndam dalam larutan aktivator $ZnCl_2$ dengan menggunakan variasi masa aktivator 1,2,3,4,5 g yang dilarutkan masing-masing menggunakan aquades hingga 100 mL dengan waktu aktivasi 8 jam sesuai dengan penelitian sebelumnya. Filtrat dipisahkan dengan residu menggunakan kertas saring. Netralisasi residu menggunakan aquadest hingga pH arang aktif berada pada kisaran 6,5-7. Arang aktif yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan dihasilkan serbuk arang aktif yang siap dikarakteristik.



Gambar 1. Desain Alat Moodifikasi

Keterangan:

- A : Penutup Lubang
- B : Beban Penutup
- C : Tutup Silinder Baja
- D : Pegangan Pembuka
- E : Silinder Baja
- F : Termokopel

Karakteristik arang aktif

Uji iod

Uji iod dilakukan untuk mengetahui luas permukaan aktif dari arang aktif berdasarkan daya serap terhadap iodin dalam larutan. Daya serap terhadap iodium (I_{serap}) ditentukan sesuai persamaan 1.

$$I_{\text{serap}} = \frac{\left\{H - \frac{(b \times a)}{Ni}\right\} \times BE I \times N}{W} \quad (1)$$

Dengan volume filtrat (H), volume titran (b), normalitas $Na_2S_2O_3$ (a), normalitas I_2 (Ni), normalitas $Na_2S_2O_3$ (0,1 mgrek/mL) (N) dan $BE I = 126,9$ mg/mgrek

Kadar air

Kadar air dari arang aktif kulit singkong dapat ditentukan dengan pengeringan menggunakan oven. Prosedur perhitungan kadar air arang aktif kulit singkong menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 sesuai persamaan 2.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{s - p \text{ (g)}}{s \text{ (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan berat awal sampel (s) dan berat akhir sampel yang telah dikeringkan (p).

Kadar abu

Arang aktif sebanyak $\pm 0,1$ gram ditimbang dalam cawan porselin yang sebelumnya telah diketahui masanya dan dikeringkan hingga didapat angka konstan. Perhitungan kadar abu total karbon aktif menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 sesuai persamaan 3.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat contoh (g)}} \times 100\% \quad (3)$$

Densitas

Arang aktif kulit singkong yang telah dibuat, ditentukan densitasnya. Cara pengujiannya yaitu dengan menimbang dan mengukur volume dalam keadaan kering tanpa udara. Berat jenis atau kerapatan dapat dihitung menggunakan standar SNI No. 06-3730-1995 sesuai persamaan 3.

$$\text{Densitas (g/mL)} = \frac{\text{berat arang aktif (g)}}{\text{Volume (mL)}} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

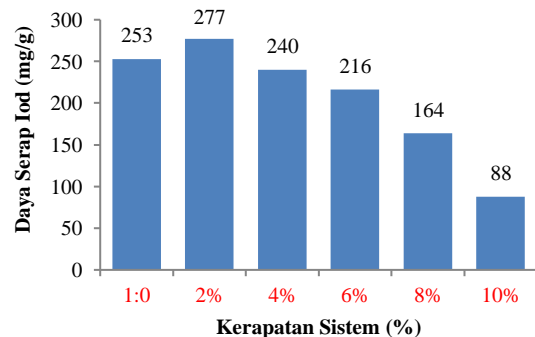
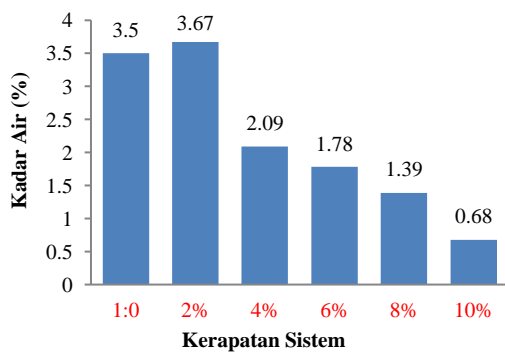
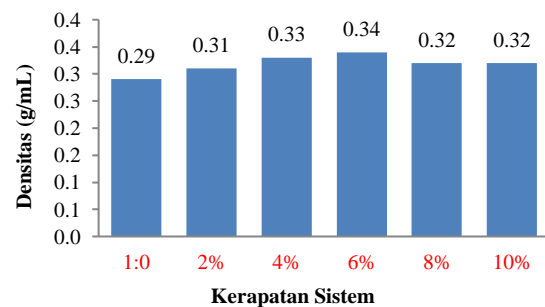
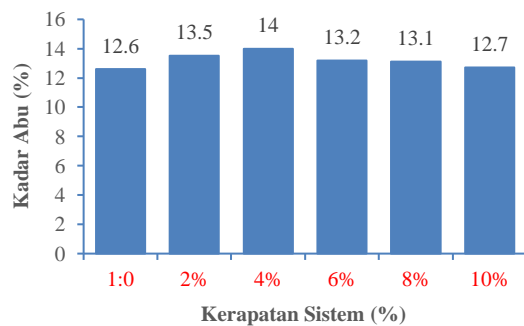
Pengaruh kerapatan sistem terhadap kadar air arang aktif

Proses aktivasi pada pembuatan arang aktif bertujuan untuk membuka atau memperluas pori dari arang yang tertutup. Perbandingan rasio antara masa arang: masa aktivator tersebut memiliki kerapatan sistem yang meningkat secara berturut-turut 2, 4, 6, 8 dan 10% yang pada proses aktivasi akan mempengaruhi hasil

karakterisasi padawaktu aktivasi yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah 8 jam sesuai dengan penelitian sebelumnya.

Data karakteristik kadar air dapat dilihat pada Gambar 2 (a), hasil kadar air dari kiri ke kanan menunjukkan meningkatnya kerapatan sistem terhadap kadar air. Hasil kadar air yang diperoleh arang tanpa aktivasi dengan arang yang telah diaktivasi menggunakan $ZnCl_2$ memiliki nilai kadar air cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan arang hasil aktivasi yaitu 3,50%. Tingginya nilai kadar air yang didapat untuk arang tanpa aktivasi menunjukkan bahwa sifat dari arang tersebut meningkat, yaitu sifat higroskopis dalam penyerapan air dari udara. Nilai kadar air yang diperoleh dari waktu aktivasi 8 jam secara

berturut-turut adalah 3,67%; 2,09%; 1,78%; 1,39%; dan 0,68%. Penurunan secara umum yang diperoleh dari nilai kadar air yang dilihat dari setiap peningkatan kerapatan sistem membuat arang aktif menjadi lebih baik dibandingkan dengan arang tanpa aktivasi dengan nilai kadar air yang lebih rendah. Nilai kadar air terbaik diperoleh pada kerapatan sistem 10%, namun jika dibandingkan dengan nilai karakteristik yang lainnya nilai kadar air terbaik pada kerapatan sistem 2%. Hal tersebut dilihat dari karakteristik satu dengan yang lain yang optimun adalah nilai kadar air pada kerapatan sistem 2%, serta nilai kadar air tersebut masih sesuai dengan SNI dari arang aktif.



Gambar 2. Data Karakteristik Arang Aktif (a.) Kadar Air, (b.) Daya Serap Iod, (c.) Kadar Abu, (d.) Densitas.

Pengaruh Kerapatan Sistem Terhadap Kadar Abu Arang Aktif

Peningkatan nilai kadar abu terlihat dari perbandingan arang tanpa aktivasi dengan arang aktivasi (Gambar 2 (c)). Nilai kadar

abu rata-rata untuk arang tanpa aktivasi yaitu sebesar 12,5 %. Peningkatan kerapatan sistem tidak mempengaruhi nilai kadar abu secara signifikan dari data yang dihasilkan pada penelitian kali. Nilai kadar

abu yang diperoleh dari waktu aktivasi 8 jam secara berturut-turut adalah 13,5%; 14,0%; 13,2%; 13,1%; dan 12,7%. Nilai kadar abu yang tinggi terjadi pada kerapatan sistem 2% - 4% diperkirakan karena aktivator $ZnCl_2$ belum mampu melarutkan mineral yang ada di dalam arang, sehingga mineral-mineral sisa aktivasi masih blum hilang. Kerapatan sistem 4% - 10% mengalami penurunan nilai kadar abu, dikarenakan aktivator $ZnCl_2$ telah mampu melarutkan mineral-mineral dari arang. Mekanisme aktivator $ZnCl_2$ yang merupakan larutan bersifat garam asam akan melarutkan mineral pada arang hasil karbonisasi dengan mendegradasi selulosa didalamnya. Aktivator $ZnCl_2$ menghidrasi dan menghasilkan struktur aromatik sehingga akan membentuk pori dari proses tersebut (Caturla dkk, 1991). Proses aktivasi menggunakan suhu ruang yang mengakibatkan mekanisme aktivator untuk membentuk pori dimungkinkan terhambat, karena aktivator belum mampu menarik mineral-mineral dalam arang hasil karbonisasi dan bahkan aktivator akan masuk dan menyumbat pori arang.

Nilai kadar abu terbaik dari data yang diperoleh yaitu pada kerapatan sistem 10%. Nilai tersebut juga belum sesuai dengan SNI dari arang aktif, sehingga didapat nilai optimum untuk kadar abu adalah pada kerapatan sistem 2% dilihat dari setiap karakteristik lainnya.

Pengaruh Kerapatan Sistem Terhadap Densitas Arang Aktif

Densitas atau berat jenis merupakan karakteristik yang menunjukkan perkembangan pori-pori dari arang aktif yang dapat dilihat dari meningkatnya volume dari arang aktif itu sendiri. Arang tanpa aktivasi yang ditunjukkan oleh perbandingan 1:0 pada Gambar 2 (d), memiliki nilai densitas rata-rata 0,29 g/mL. Densitas mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan kerapatan sistem dalam larutan. Secara umum untuk densitas pada kerapatan sistem 2% hingga

6% mengalami kenaikan sedangkan dari 6% sampai 10% mengalami penurunan. Penurunan nilai densitas tersebut diperkirakan karena kerapatan sistem yang meningkat, yaitu kerapatan sistem yang meningkat seiring dengan meningkatkan mineral pada arang aktif. Hal ini akan menurunkan nilai densitas. Nilai densitas optimum pada waktu aktivasi 8 jam secara berturut-turut adalah 0,31 g/mL; 0,33 g/mL; 0,35 g/mL; 0,32 g/mL; dan 0,32 g/mL. Nilai densitas sesuai dengan karakteristik kadar abu yang diperoleh pada penelitian kali ini. Data nilai kadar abu yang cenderung datar pada kerapatan sistem yang meningkat, berbanding lurus dengan nilai densitas yang juga datar seiring meningkatnya rasio perbandingan dengan kerapatan sistem yang meningkat pula.

Nilai densitas yang dihasilkan pada penelitian kali ini sesuai dengan SNI dari arang aktif. Nilai densitas pada kerapatan sistem 2% menghasilkan nilai yang paling optimum jika melihat dari karakteristik yang lain. Sehingga penentuan optimum kerapatan sistem disini yaitu pada kerapatan sistem 2%, serta diinjau dari nilai daya serap iod yang dihasilkan pada kerapatan sistem tersebut yang paling optimum.

Pengaruh Kerapatan Sistem Terhadap Daya Serap Iod Arang Aktif

Nilai daya serap iod yang terlihat secara umum pada Gambar 2 (b), mengalami penurunan seiring meningkatnya kerapatan sistem dalam larutan dan dapat terlihat pada nilai rata-rata yang dihasilkan. Hasil yang didapat untuk tiap kerapatan sistem secara berturut-turut yaitu pada waktu aktivasi 8 jam 277 mg/g; 240 mg/g; 216 mg/g; 164 mg/g; dan 88 mg/g. Pengaruh kerapatan sistem terlihat pada arang tanpa aktivasi yaitu dengan perbandingan 1:0 dengan rata-rata nilai daya serap iod adalah 256 mg/g. Peningkatan nilai daya serap iod terjadi antara arang tanpa aktiavsi dengan arang yang teraktivasi. Peningkatan kerapatan sistem mengakibatkan pori-pori arang

aktif yang terbentuk semakin banyak dibanding dengan tanpa aktivasi, sehingga daya serap terhadap iodinnya juga ikut meningkat. Pembentukan pori yang dihasilkan diperkirakan terdapat pada ukuran mesopori sampai macropori, sedangkan penentuan daya serap iod dapat terserap pada ukuran pori mikropori dan akan menghasilkan nilai daya serap iod yang menurun. Kenaikan kerapatan sistem memberikan hasil yang kurang bagus pada parameter daya serap terhadap iod.

Nilai daya serap iod belum sesuai dengan nilai kadar air yang diperoleh pada penelitian kali ini. Semakin tinggi kerapatan sistem pada proses aktivasi, akan meningkatkan konsentrasi sistem dan menurunkan nilai kadar air serta meningkatkan nilai daya serap iodnya. Semakin tinggi kerapatan sistem dari larutan pada proses aktivasi, akan meningkatkan konsentrasinya dan meningkatkan nilai kadar abu serta menurunkan nilai daya serap iodnya.

Data yang dihasilkan dari penelitian kali ini dimana tiap kenaikan kerapatan sistem akan memberikan nilai yang berbeda untuk tiap karakteristiknya. Data untuk nilai daya serap iod yang didapat, kerapatan sistem 2% menghasilkan nilai tertinggi. Kemampuan penyerapan arang aktif yang dilihat dari nilai daya serap yang didapat menunjukkan bahwa kerapatan sistem 2% merupakan kerapatan sistem

yang paling optimum. Kadar abu yang didapat juga menunjukkan bahwa pada kerapatan sistem 2% lebih rendah dibandingkan dengan nilai kadar abu pada kerapatan sistem 4%. Nilai yang didapat untuk kadar air dan densitas pada kerapatan sistem 2% berbanding terbalik dengan nilai pada karakteristik sebelumnya. Hal tersebut terjadi karena perlakuan yang diperoleh pada saat proses pembuatan arang aktif, sehingga didapat hasil yang kurang sesuai anatar karakteristik satu dengan yang lainnya.

Kesimpulan

Arang aktif yang dibuat menggunakan alat modifikasi didapat hasil untuk pengaruh kerapatan sistem 2% yang paling optimal pada waktu aktivasi 8 jam Arang aktif yang diperoleh memiliki karakteristik : berkadar air 3,67%, berkadar abu 13,5%, dan bermassa jenis 0,31/mL. Arang aktif ini memiliki daya serap terhadap senyawa iod sebesar 277 mmg/g.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jun Rachmasari yang telah membantu memberikan saran dan masukan dalam pelaksanaan penelitian di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember

Daftar Pustaka

- Anonim. 1995. Arang Aktif Teknis SNI 06-3730-1995. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Caturla, F., M. Molina-Sabio, dan F. Rodriguez-Reinoso. 1991. Preparation of Activated Carbon By Chemical Activation With $ZnCl_2$. *Carbon*, 29, p. 999-1007.
- Esterlita, M. E dan N. Herlina. 2015. Pengaruh Penambahan Aktifator $ZnCl_2$, KOH, dan H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Aren (Arenca Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4, 47-52.
- Hendra, R. 2008. *Pembuatan Arang Aktif*. Diktat. Jakarta: FT UI.
- Kienle, H.V. 1986. *Ulman's Encyclopedia of Industrial Chemistry 5th Completely Revised Edition*. Weinheim:VCH.
- Omosho, O.A dan A.Y. Sangodoyin. 2013. Production And Utilization Of Cassava Peel Activated Carbon In Treatment Of Effluent From Cassava Processing Industry. *Jurnal Water Practice & Technology*, 8, p. 215-224.

Sadewo, S. E. 2010. Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa Kulit Singkong (*Manihot esculata Crantz*) Terhadap Ion Logam Pb(II), Cd(II), dan Cu(II). *Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Warman, A. 2005. Analisis Pengaruh Impregnasi Silika (SiO₂) Terhadap Nilai Kalor Bakar dan Kuat Tekan Briket Arang Tempurung Kelapa. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.