

**SINTESIS GRAFEN DARI GRAFIT LIMBAH BATERAI
DENGAN METODE ELEKTROLISIS**

SKRIPSI



diajukan oleh:

AULIA ASYURA ZAMAR

No Mhs: 16612038

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

**SINTESIS GRAFEN DARI GRAFIT LIMBAH BATERAI
DENGAN METODE ELEKTROLISIS.**

SKRIPSI

yang diajukan oleh:

AULIA ASYURA ZAMAR

No Mhs : 16612038

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Prodi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 10 April 2023

Dewan Penguji

1. Argo Khoirul Anas, S.Si., M.Sc.
2. Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si.
3. Gani Purwiandono, S.Si., M.Sc., Ph.D.
4. Ika Yanti, S.Si., M.Sc.

Tanda Tangan

.....
.....
.....
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Asyura Zamar

NIM : 16612038

Program Studi : Kimia

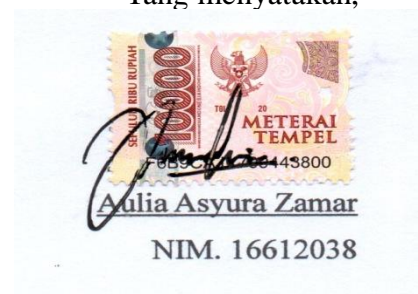
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul Sintesis Grafen Dari Limbah Baterai Dengan Metode Elektrolisis bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan di dalam skripsi ini. Apabila kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 14 April 2023

Yang menyatakan,



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur selalu kita panjatkan ke hadirat Ilahi Robbi, yang karna rahman dan rahim-Nya, menganugerahkan kesehatan serta kesadaran hati sehingga penulis yang pada akhirnya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Sintesis Grafen Dari Limbah Baterai Dengan Metode Elektrolisis”**. Shalawat serta salam kita haturkan dalam setiap hembusan napas dan menyatu dengan aliran darah teruntuk sang manusia sempurna penyampai risalah; panutan kita, idola kita, junjungan kita, Baginda Rasul Muhammad SAW beserta para *ahlul bayt*, para sahabatnya, serta kita semua selaku umatnya yang selalu mengharap syafaatnya, *Allahumma sholli ‘ala sayyidina Muhammad*.

Skripsi ini tidak dapat tertulis dengan sendirinya, melainkan melalui banyak perjuangan dan bantuan berbagai pihak, baik material maupun non material, motivasi, semangat, doa dan banyak lagi dorongan untuk terus berjuang tanpa putus asa. Sehingga, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga teruntuk:

1. Bapak Fathul Wahid S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Prof. Riyanto, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Prof. Dr. Is Fatimah, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Gani Purwiandono, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Argo Khoirul Anas, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang dengan keluasan hati senantiasa

meluangkan waktu untuk membimbing hingga mengarahkan proses perencanaan, mengoleksi dan menyelami jurnal, penelitian, pengolahan data, penulisan, hingga terselesaikannya proposal skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Kimia, staff pengajar, laboran, dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
7. Ibu, Ayah, lewat dukungan berkelanjutan secara material dan doa yang terus dilangitkan, kepada mereka penulis ucapkan banyak terima kasih. Penulis akan selalu mengharapakan doa-doa baiknya, dan semoga ini menjadi awal yang baik untuk penulis melangkah mencapai banyak tujuan yang diimpikan.
8. Diri sendiri. Iya, terima kasih teramat sangat pada diri sendiri yang akhirnya sampai juga di tahapan ini. Semoga kedepannya semua hal yang telah dilalui dimaknai dengan lebih dewasa, dan semoga selalu *on-point* lagi semangatnya menyambut langkah-langkah panjang selanjutnya.
9. Seluruh tim MER-Group (*Materials and Electrochemistry Research Group*), kawan- kawan Kimia 2016 dan kawan-kawan lainnya yang sebenarnya bisa saja saya sebutkan satu persatu namanya tetapi tidak saya lakukan agar skripsi ini tidak hanya berisi kata pengantar; kalian hebat, terima kasih, maaf, sampai jumpa, dan sukses selalu!
10. Berbagai pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari ketidak sempurnaan pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi ini karena keterbatasan pengalaman dan pengetahuan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar penulis dapat memperbaiki kualitas penulisan

serta sebagai bekal pengalaman bagi penulis di masa yang akan datang.
Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan
umumnya bagi pembaca.

Yogyakarta, 14 April 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aulia Asyura Zamar', written over a light grey rectangular background.

Aulia Asyura Zamar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III.....	7
DASAR TEORI.....	7
3.1 Grafen	7
3.2 <i>Fourier Transform InfraRed (FTIR)</i>	9
3.3 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	10
3.4 Elektrokimia	11
BAB IV	14
METODOLOGI PENELITIAN	14
4.1 Alat dan Bahan	14
4.2 Cara Kerja.....	14
BAB V.....	16
PEMBAHASAN.....	16
BAB VI.....	21
KESIMPULAN.....	21
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafen.....	9
Gambar 3.2 Ikatan Kovalen Dan Van Der Waals Pada Grafit.....	10
Gambar 3.3 Tabel Daerah Serapan Infra Merah.....	10
Gambar 4.1 Reaktor Elektrosis Sintesis Grafen.....	15
Gambar 5.1 Karakterisasi FTIR Grafit.....	17
Gambar 5.2 Karakterisasi FTIR Grafen Pendispersi SDS.....	18
Gambar 5.3 Karakterisasi FTIR Grafen Pendispersi DMF.....	19
Gambar 5.4 Spektra <i>Overlapping</i> FTIR.....	19
Gambar 5.5 Karakterisasi XRD.....	21

ABSTRAK

Grafen merupakan material tipis dan memiliki unsur heksagonal 2D yang sangat menarik untuk dikembangkan. Saat ini penggunaan grafen berpotensi besar dalam berbagai aplikasi. Grafit pada limbah baterai dapat dijadikan sebagai grafen. Dalam penelitian ini telah dilakukan sintesis grafen dari grafit limbah baterai. Grafen disintesis dengan metode elektrolisis menggunakan elektrolit amonium sulfat serta larutan pendispersi SDS dan DMF. Karakterisasi grafen dilakukan menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Penurunan intensitas puncak pada 2θ $24,646^\circ$ yang mengindikasikan telah terbentuknya grafen dari grafit. Dari hasil karakterisasi tersebut, grafen berhasil disintesis menggunakan metode elektrolisis dan DMF sebagai agen pendispersi yang menunjukkan hasil signifikan.

Kata kunci: Grafit, Grafen sintesis, Elektrolisis, SDS, DMF

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah baterai menjadi salah satu limbah lingkungan. Grafit pada baterai bekas tidak dimanfaatkan lagi pada umumnya. Padahal baterai bekas tersebut masih terdapat komponen grafit yang masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis grafen. Grafen merupakan material potensial yang dapat dibentuk sebagai nanokomposit oksida sebagai elektroda sensor (Azizah, dkk, 2014)

Grafen diketahui merupakan salah satu jenis material baru yang memiliki daya tarik atas kelebihanannya. Grafen dengan sifatnya yang transparan mampu menghantarkan arus listrik. Kemajuan teknologi hingga saat ini telah menunjukkan bahwa bahan berbasis grafen dapat memiliki dampak besar pada perangkat elektronik dan optoelektronik, nanokomposit, penyimpanan energi, dan sensor kimia (Ray, 2005)

Grafen merupakan material karbon dua dimensi yang memiliki sifat yang unik dan luar biasa sehingga memiliki potensi yang cukup besar dalam berbagai aplikasi. Grafen memiliki banyak potensi aplikasi seperti dibidang baterai, pengisi polimer, sensor, konversi energi, dan perangkat penyimpanan energi.

Mengingat besarnya potensi aplikasi grafen, banyak sekali penelitian tentang grafen akhir-akhir ini. Oleh karena itu, diperlukan besar grafen untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Meskipun grafen menjadi bahan baku yang banyak dicari, ketersediaan grafen yang terbatas menjadi tantangan para peneliti untuk menghasilkan bahan ini dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini, sangat dibutuhkan metode yang sederhana dan efisien untuk memproduksi grafen.

Metode yang paling populer digunakan untuk sintesis grafen adalah oksidasi grafit secara kimia. Metode ini melibatkan oksidasi grafit menjadi grafen oksida (GO) menggunakan reagen pengoksidasi kuat dan kemudian GO dapat menjadi grafen melalui proses reduksi menggunakan berbagai reduktan. Oksidasi grafit secara kimia menggunakan asam pekat (asam sulfat, asam nitrat, dan asam fosfat), dan agen pengoksidasi kuat (kalium permanganate dan kalium perklorat). Namun, metode oksidasi biasanya membutuhkan beberapa tahapan dan kontrol suhu yang tidak efektif dan efisien.

Untuk mendapatkan jumlah grafen yang banyak, perlu dikembangkan metode sintesis grafen yang sederhana dan murah. Wicaksono dkk (2020) telah mengembangkan metode sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis menggunakan elektrolit ammonium sulfat dan agen pendispersi DMF. Namun, fraksi grafen yang diperoleh masih terlalu sedikit. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis grafen dengan elektrolisis dan mengevaluasi pembentukan grafen dalam jumlah besar dalam bentuk bubuk, yang terdispersi dengan baik pada pelarut polar dan pelarut non polar.

1.2 rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan agen pendispersi SDS terhadap massa fraksi grafen dibandingkan dengan agen pendispersi DMF dalam sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan agen pendispersi SDS terhadap karakteristik fraksi grafen dibandingkan dengan penggunaan agen pendispersi DMF dalam sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penggunaan agen pendispersi SDS terhadap massa fraksi grafen dibandingkan dengan agen pendispersi DMF dalam sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis
2. Mengetahui pengaruh penggunaan agen pendispersi SDS terhadap karakteristik fraksi grafen dibandingkan dengan agen pendispersi DMF dalam sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penanggulangan sampah baterai.
2. Diharapkan dapat diaplikasikan dalam skala yang lebih besar dengan memanfaatkan cara yang lebih sederhana dengan produk hasil grafen yang berkualitas baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Metode sintesis grafen telah dikembangkan diantaranya adalah metode *mechanical exfoliation* menggunakan selotip, *chemical vapor deposition* (CVD), dan *epitaxial growth*, reduksi *graphene oxide* (rGO). Metode *liquid exfoliation* (LE) yang dilakukan pertama kali oleh Coleman dkk (2008) merupakan sintesis grafen dalam fase cair yang mudah dilakukan, efisien, sederhana, dan murah. Dalam prosesnya, metode LE memanfaatkan teknologi surfaktan untuk melepas lembaran-lembaran grafen dari material grafit. Metode LE menghasilkan grafen dengan kualitas baik dan stabil terlepas dari cacat yang dibawa oleh surfaktan. Murat dkk (2011) mengembangkan metode LE dengan mengkombinasikan metode LE dan elektrolisis. Elektrolisis dikombinasikan untuk membantu surfaktan dalam melepas lembaran-lembaran grafen.

Pembuatan grafen melalui beberapa fase dan salah satunya adalah fase *graphene oxide* (GO). Ketika fase GO sudah menghasilkan GO yang baik, maka akan diperoleh bahan grafen yang baik pula. Berbagai metode dalam sintesis GO yang pernah dilakukan meliputi metode pengasapan (Sunarso, 2017), *liquid exfoliation* (Zhou, 2013), *liquid sonifkation exfoliation* (Junaidi, 2014), Hummer (Azizah, 2014) dan *liquid exfoliation* kombinasi radiasi sinar x (Rahmawati, 2017)

Anggraini, dkk (2017) dalam sintesis GO menggunakan metode *liquid exfoliation* dengan inovasi baru yaitu menambahkan bahan radioaktif sumber sinar gamma. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah batang karbon baterai. Baterai memiliki elemen berupa batang karbon yang merupakan bahan dasar grafen.

Pada tahun 2014, grafen berhasil disintesis menggunakan metode Hummer dengan melakukan variasi pada waktu ultrasonikasi dan waktu tahan proses hidrotermal dan mendapatkan hasil grafen yang memiliki konduktifitas listrik terbaik (0.00021 S/cm) dengan waktu ultrasonikasi 120 menit dan waktu tahan

hidrotermal 12 jam. Pada tahun yang sama, grafen juga berhasil disintesis dengan metode Hummer dan reduksi Zn dan melakukan variasi pada waktu ultrasonikasi dan temperatur hidrotermal terhadap sifat kapasitif grafen (Suwandana dkk, 2015)

Junaidi, dkk (2014) membahas mengenai sintesis grafen dengan metode Reduksi Grafit Oksida (GO) dengan menggunakan variasi lama ultrasonikasi dan proses hidrothermal. Proses sintesis menggunakan reduksi GO dalam pelarut air, dianggap sebagai metode paling sesuai karena bersifat sederhana, sesuai untuk produksi skala besar, dan murah.

Pupitasari, dkk (2017) melakukan penelitian pembuatan *Graphene Oxide* (GO) dengan asap pembakaran dari kain perca yang biasanya terbuang sia-sia dan dimanfaatkan sebagai bahan dasar. Asap pembakaran kain perca ditangkap menggunakan metode penangkapan asap dengan kaca preparat. Metode tersebut dilakukan menggunakan dua kaca preparat yang disusun membentuk sudut 90° dan diletakkan di atas tungku pembakaran untuk menangkap asap. Asap yang menempel pada kaca preparat akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan GO. Karakteristik GO dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui panjang gelombang serapan dan absorbansi. Dilakukan juga karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR untuk mengetahui gugus-gugus fungsional dari asap pembakaran kain perca.

Suhendi (2011) melakukan penelitian tentang aplikasi grafen pada divais elektronika. Sifat listrik grafen diawali dengan meninjau struktur atom grafen dan dengan mengaplikasikan pendekatan *tight-binding* akan diperoleh hubungan dispersi linier. Grafen memiliki energi gap nol. Untuk limit energi rendah, elektron pada grafen memenuhi suatu persamaan yang mirip dengan persamaan *Dirac* untuk partikel bermassa nol. Aplikasi grafen untuk divais elektronik mensyaratkan grafen berukuran berhingga sehingga muncul *graphene nano ribbon* (GNR). Pembatasan dimensi pada grafen yang menghasilkan GNR memiliki sifat yang berbeda dengan grafen. GNR dapat bersifat semikonduktor maupun metal bergantung pada struktur batasnya, yaitu GNR zigzag dan GNR *armchair*. GNR memiliki energi gap yang bergantung pada lebarnya. Sifat-sifat

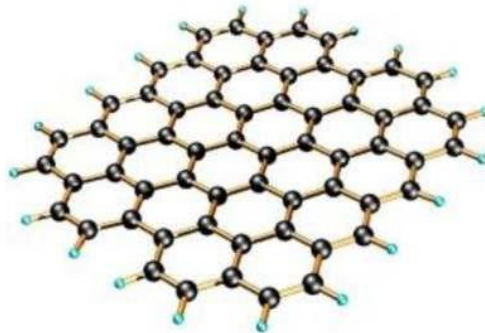
yang dimiliki GNR ini memungkinkan untuk diaplikasikan pada berbagai divais elektronik. Salah satu parameter penting dalam aplikasi dibidang optoelektronik maupun sensor adalah sifat optik. Secara spesifik, parameter optik seperti absorpsi optik dan indeks bias sangat berpengaruh terhadap kinerja suatu divais sensor maupun optoelektronik.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Grafen

Grafen merupakan susunan atom-atom karbon monolayer dua dimensi yang membentuk struktur kristal heksagonal menyerupai sarang lebah. Grafen memiliki sifat unik dan unggul dibandingkan dengan material lain. Grafen tidak memiliki *band gap*, mobilitas elektron grafen multilayer sekitar $15000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ pada suhu 300 K dan sekitar $60000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ pada suhu 4 K, sedangkan untuk grafen *fewlayer* antara $3000\text{-}10000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Sifat khusus dari grafen dapat dianalisis dengan menentukan konduktivitas optik grafen sebagai fungsi energi. Tanpa adanya gangguan, konduktivitas optik grafen memiliki nilai yang universal/pada rentang energi inframerah sampai sinar tampak (Kuzmenko dkk, 2008)



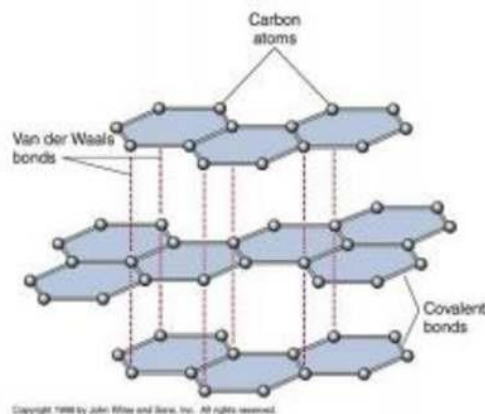
Gambar 3.1. Grafen

Pada dasarnya grafen adalah allotropi karbon yang menjadi struktur dasar untuk pembentukan material berbasis karbon seperti grafit (*stacked graphene*), Carbon Nanotube/CNT (beberapa layer grafen yang digulung melingkar terhadap aksial) dan Fullerenes. Grafen adalah satu lapis atom karbon yang tersusun dalam bentuk kisi heksagonal menyerupai sarang lebah. Grafen dapat diperoleh dengan mensintesis material grafit. Menurut Geim (2007), grafit merupakan material yang terdiri dari banyak lembaran grafen yang ditumpuk secara bersama. Lembaran grafen satu dengan lainnya diikat oleh ikatan van der Waals. Jarak antara lembar grafen satu dengan yang

lainnya adalah 0,335 nm dan jarak antar lembar grafen yang sejajar adalah 0,67 nm. Panjang ikatan kovalen rangkap antar atom C pada lembar grafen adalah 0,142 nm.

Secara umum terdapat 2 metode untuk membuat grafen, yaitu *Exfoliation* (pengelupasan kulit) dan *Growth on Surfaces*. Metode *exfoliation* merupakan metode pembuatan grafen dengan pendekatan *top-down*. Sedangkan metode *growth on surface* merupakan metode dengan pendekatan *bottom-up*. Metode *exfoliation* meliputi *scotch tape method (mechanical exfoliation)*, *dispersion of graphite*, *graphite oxide exfoliation*, dan *substrate preparation* (Kumar dkk, 2012)

Grafen dapat diperoleh dengan mensintesis material grafit. Menurut Geim (2007), grafit merupakan material yang terdiri dari banyak lembaran grafen yang ditumpuk secara bersama. Lembaran grafen satu dengan lainnya diikat oleh ikatan van der Waals. Jarak antara lembar grafen satu dengan yang lainnya adalah 0,335 nm dan jarak antar lembar grafen yang sejajar adalah 0,67 nm. Panjang ikatan kovalen rangkap antar atom C pada lembar grafen adalah 0,142 nm.



Gambar 3.2. Ikatan kovalen dan van der Waals pada grafit

3.2 Fourier Transform InfraRed (FTIR)

Dalam menjelaskan keberadaan suatu gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa tertentu dengan menggunakan peta korelasi, maka dibutuhkan suatu alat yaitu spektroskopi infra merah (IR). Spektroskopi infra merah adalah salah satu teknik analisis spektroskopi absorpsi dengan memanfaatkan sinar infra merah dari spektrum elektromagnetik, sehingga akan menghasilkan spektrum mewakili senyawanya. Seperti teknik spektroskopi lainnya, teknik ini dapat digunakan untuk menentukan kandungan dalam sebuah sampel (Ardiansyah, 2011).

Spektroskopi IR akan mengidentifikasi gugus fungsi dan pemakaiannya banyak digunakan untuk identifikasi senyawa-senyawa organik. Prinsip dari spektroskopi IR di dasarkan pada interaksi antara tingkat energi getaran (vibrasi). Vibrasi atom yang berikatan dalam molekul dengan mengadsorpsi radiasi gelombang elektromagnetik IR (Bresnick, 2003). Adapun komponen-komponen dari FT-IR adalah sumber energi, nanokromator, wadah sampel, detektor, dan rekorder.

Jika suatu frekuensi tertentu dari radiasi inframerah dilewatkan pada sampel suatu senyawa organik maka akan terjadi penyerapan frekuensi oleh senyawa tersebut. Detektor yang ditempatkan pada sisi lain dari senyawa akan mendeteksi frekuensi yang dilewatkan pada sampel yang tidak diserap oleh senyawa. Banyaknya frekuensi yang melewati senyawa (yang tidak diserap) akan diukur sebagai persen transmittan. Persen transmittan 100 berarti tidak ada frekuensi IR yang diserap oleh senyawa. Pada kenyataannya, hal ini tidak pernah terjadi, selalu ada sedikit dari frekuensi ini yang diserap dan memberikan suatu transmittan sebanyak 95%. Transmittan 5% berarti bahwa hampir seluruh frekuensi yang dilewatkan diserap oleh senyawa. Serapan yang sangat tinggi akan memberikan informasi penting tentang ikatan dalam suatu senyawa (Dachriyanus, 2004).

Bilangan Gelombang dalam cm^{-1}

4000	2500	2000	1800	1650	1550	650
O-H N-H	C-H	C=C C=N X=C=Y (C,O,N,S)	Sangat Sedikit Serapan	C=O	C=N C=C	C-Cl C-O C-N C-C
2,5	4	5	5,5	6,1	6,5	15,4

Gambar 3.3. Tabel Daerah Serapan Infra Merah (Nuridin,1986)

Gambar diatas memperlihatkan bahwa peta korelasi hasil pembacaan jelas tergambarakan pada rekorder. Peta korelasi dapat memberikan informasi gugus fungsi seperti OH dan NH, dimana pita ulurannya terdapat antara 3000-3700/cm. Jika spektrum infra merah suatu senyawa tertentu menunjukkan serapan pada daerah ini, dapat diduga bahwa senyawa tersebut terdapat gugus OH dan NH. Daerah antara 1400-4000/cm, yaitu terletak pada bagian kiri spektra infra merah merupakan daerah khusus yang berguna bagi identifikasi gugus-gugs fungsioanal (Andriansyah, 2011)

3.3 X-Ray Diffraction (XRD)

Pada tahun 1912, di temukan bahwa zat kristal bertindak sebagai kisi difraksi tiga dimensi untuk panjang gelombang sinar-X yang serupa dengan jarak bidang dalam kisi kristal. Difraksi sinar-X Sekaran menjadi Teknik umum untuk mempelajari strktur kristal dan jarak atom.

Difraksi sinar-x merupakan suatu tenkik yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya kristalin di dalam material-material benda dan serbuk, dan untuk menganalisis sifat-sifat struktur (seperti ukuan butir, fasa komposisi orientasi kristal, dan cacat kristal) dari tiap fasa. Metode ini menggunakan sebuah sinar-x yang terdifraksi seperti sinar yang di refleksikan dari setiap bidang, berturut-turut di bentuk oleh atom-atom kristal dan material tersebut.

Dengan berbagai sudut timbul, pola difraksi yang terbentuk menyatakan karakteristik dari sampel (Zakaria, 2003). XRD dapat memberikan data kualitatif dan semi kuantitatif pada padatan atau sampel sehingga XRD digunakan untuk mengukur jarak rata-rata antara lapisan atau baris atom, menentukan kristal tunggal, menentukan struktur kristal dari material yang tidak diketahui serta mengukur bentuk, ukuran, dan tegangan dari kristal kecil (Smailman, 1991)

Sinar-X yang terdifraksi ini kemudian dideteksi, diproses, dan dihitung. Dengan memindai sampel melalui rentang 2 sudut, semua kemungkinan arah difraksi kisi harus dicapai karena orientasi acak dari bahan bubuk. Konversi puncak difraksi ke jarak d memungkinkan identifikasi mineral karena setiap mineral memiliki satu set jarak d yang unik. Biasanya, ini dicapai dengan perbandingan jarak d dengan pola referensi standar.

Semua metode difraksi di dasarkan pada generasi sinar X dalam tabung sinar X. Sinar X ini diarahkan pada sampel, dan sinar difraksi di kumpulkan. Komponen kunci dari semua difraksi adalah sudut antara datang dan sinar difraksi. Bubuk dan difraksi kristal tunggal bervariasi dalam instrumentasi di luar ini.

3.4 Elektrokimia

Reaksi elektrokimia dapat dibagi menjadi dua kelas yang menghasilkan arus listrik (proses yang terjadi dalam baterai) dan yang dihasilkan oleh arus listrik yaitu elektrolisis. Tipe pertama terjadi serta merta, dan energi bebas sistem kimianya berkurang. Sistem itu dapat melakukan kerja, misalnya menjalankan motor. Tipe kedua harus dipaksa agar terjadi (oleh kerja yang dilakukan terhadap sistem kimia), dan energi bebas sistem kimia bertambah (Keenan, 1980)

Hubungan listrik antara dua setengah-sel harus dilakukan dengan cara tertentu. Kedua elektroda logam dan larutannya harus berhubungan, dengan demikian lingkaran arus yang sinambung terbentuk dan merupakan jalan agar partikel bermuatan mengalir. Secara sederhana elektroda saling

dihubungkan dengan kawat logam yang memungkinkan aliran elektron. Sel terdiri dari dua setengah sel yang elektrodanya dihubungkan dengan kawat dan larutannya dengan jembatan garam (ujung jembatan garam disumbat dengan bahan berpori yang memungkinkan ion bermigrasi, tetapi mencegah aliran cairan dalam jumlah besar). Potensiometer mengukur perbedaan potensial antara dua elektroda (Petrucci, 1985)

Reaksi elektrokimia, setiap proses baik yang di sebabkan atau di sertai oleh aliran arus listrik dan dalam banyak kasus melibatkan transfer electron antara dua-zat satu padat dan lainnya yang cair.

Dalam kondisi biasa, terjadinya reaksi kimia disertai dengan pembebsan atau penerapan panas dan bukan bentuk energi lainnya, tetapi ada banyak reaksi kimia yang bila di biarkan berlansung dalam kontak dengan dua konduktor elektronik, yang di pisahkan oleh kabel penghantar-membebasikan apa yang disebut energi listrik, dan arus listrik di hasilkan. Sebaliknya, energi arus listrik dapt di gunakan untuk menghasilkan banyak reaksi kimia yang tidak terjadi secara spontan.

Sebuah proses yang melibatkan konversi langsung energi kimia bila di atus dengan tepat merupakan sel listrik. Proses dimana energi listrik di ubah langsung menjadi energi kimia adalah salah satu elektrolisis; yaitu proses elektrolitik. Berdasarkan energi kimia gabungan mereka, produk dari proses elektrolitik memiliki kecenderungan untuk bereaksi secara spontan satu sama lain, mereproduksi zat yang reaktan dan karena itu di konsumsi selama elektrolisis.

Jika reaksi balik ini di biarkan terjadi dalam kondisi yang tepat, sebagian besar energi listrik yang di gunakan dalam elektrolisis dapat di regenerasi. Kemungkinan ini digunakan dalam akumulator atau sel penyimpanan. Pengisian akumulator adalah proses elektrolisis; perubahan kimia di hasilkan oleh arus listrik yang melewatinya. Dalam pelepasan sel,

terjadi perubahan kimia terbalik, akumulator bertindak sebagai sel yang menghasilkan arus listrik.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

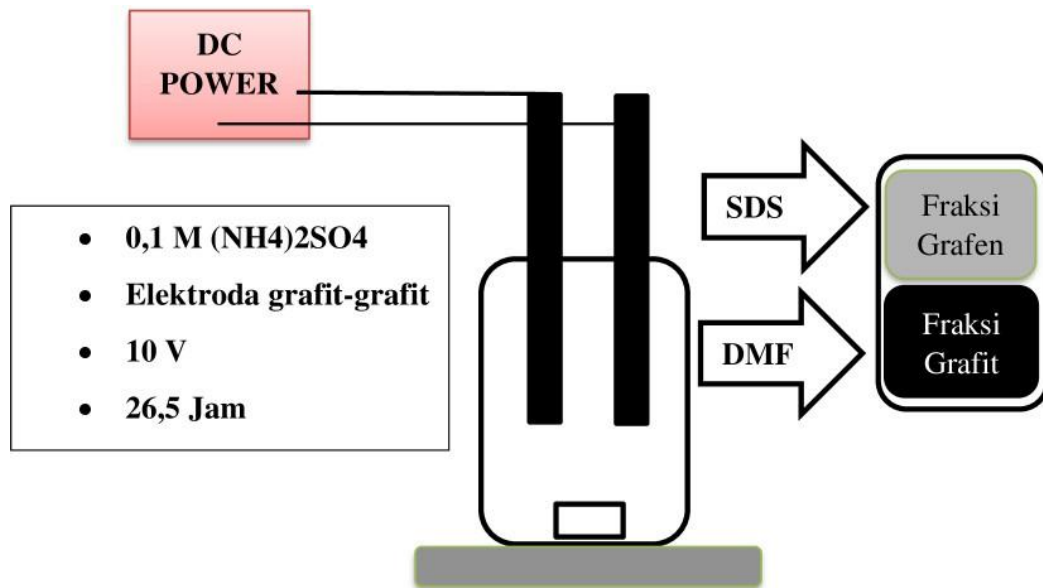
Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah gelas beker 100 mL, gelas beker 50 mL, gelas ukur 50 mL, *hot plate*, kompor, stirrer, panci penangas, sendok sugu, pengaduk kaca, kaca arloji, cawan porselen, penyaring *Buchner*, statif, klem, mortar dan alu, ultrasonikator, oven, *Fourier Transform InfraRed* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

Adapun bahan yang dibutuhkan adalah elektroda batang grafit dari baterai bekas, aquabides, kertas saring, ammonium sulfat, dimetilformamida (DMF), dan sodium dodesil sulfat (SDS).

4.2 Cara kerja

4.2.1 Sintesis Grafen

Metode sintesis grafen dari bahan baku elektroda grafit dengan teknik elektrolisis mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono, dkk (2020). Reaktor elektrolisis untuk mensintesis grafen terdiri dari elektroda grafit-grafit yang diambil dari baterai bekas, sebagai anoda dan katoda. Sebelum elektrolisis, elektroda grafit disonikasi dalam aquades selama 5 menit untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya, tegangan listrik DC sebesar 10 V diberikan selama 1 jam dalam elektrolit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,1 M dibawah pengadukan konstan. Setelah proses elektrolisis untuk pengelupasan grafit menjadi grafen selesai, produk dikumpulkan dan disaring menggunakan kertas saring (ukuran pori 2,5 μm), kemudian dicuci dengan air suling. Setelah itu, residu direndam dan disonikasi selama 10 menit dalam agen pendispersi dimetilformamide (DMF), kemudian didiamkan selama 48 jam untuk mengendapkan fraksi grafit (lapisan bawah). Selanjutnya, fraksi grafen (lapisan atas) diperoleh, kemudian dikeringkan dan dilakukan karakterisasi.



Gambar 4.1 Reaktor Elektrolisis Sintesis Grafen

Tahap berikutnya, dilakukan elektrolisis grafit dengan prosedur yang sama seperti sebelumnya dengan mengganti agen pendispersi DMF dengan surfaktan sodium dodesil sulfat (SDS). Fraksi grafen yang diperoleh ditimbang beratnya dan dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD.

4.2.2 Karakterisasi Grafen Hasil Sintesis

Fraksi grafen dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi struktur kristal. Secara detail, sebanyak 0.1 gram bubuk fraksi grafen dimasukkan ke dalam sampel *holder* FTIR. Sementara itu, sebanyak 1 gram bubuk fraksi grafen dimasukkan ke sample holder XRD.

BAB V

PEMBAHASAN

Grafen adalah lapisan tunggal (monolayer) atom karbon yang terikat erat dalam kisi sarang lebah heksagonal. Grafen merupakan alotrop karbon dalam bentuk bidang atom terikat sp^2 dengan panjang ikatan molekul 0.142 nm. Lapisan grafen yang ditumpuk diatas satu sama lain membentuk grafit dengan jarak antar planar 0.335 nm. Lapisan terpisah dari grafen dalam grafit disatukan oleh gaya Van der Waals (Ray, 2005). Grafen dapat disintesis melalui proses pengelupasan grafit dengan bantuan energi listrik DC dalam reaktor elektrolisis.

5.1 Sintesis Grafen

Sintesis grafen pada penelitian ini dilakukan dengan metode pengelupasan lapisan grafit secara elektrolisis. Grafen disintesis dari grafit baterai bekas. Hal ini dilakukan dalam upaya untuk mendaur ulang limbah baterai bekas. Baterai bekas dibongkar kemudian diambil grafitnya (Wicsksono, dkk. 2020). Grafit disonikasi selama 10 menit untuk menghilangkan pengotor. Elektrolisis dilakukan dalam elektrolit suasana asam dari amonium sulfat. Elektrolit ini bersifat asam karena hanya kation dari basa lemahnya yang terhidrolisis, sedangkan anion dari asam kuat tidak mengalami hidrolisis. Prinsip kerja dari sintesis grafen dari grafit dengan metode elektrolisis yaitu dimana elektroda grafit dielektrolisis dalam elektrolit amonium sulfat dengan voltase tinggi, maka elektroda grafit akan teroksidasi dan menjadi rapuh. Sementara itu, elektrolit ammonium sulfat juga akan mengalami reaksi redoks menghasilkan gas N_2 di anoda dan gas SO_2 di katoda. Selanjutnya, kedua gas ini akan menginterkalasi (masuk ke sela-sela lapisan grafit) dan menyebabkannya terkelupas menjadi beberapa lapisan tipis grafen karena gaya ekspansinya.

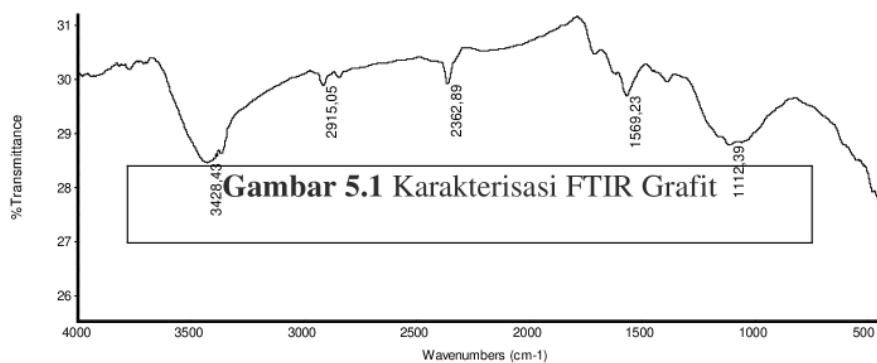
Elektrolisis dilakukan selama 26.5 jam dengan tujuan agar hasil pengelupasan yang didapat lebih banyak dengan voltase DC yang digunakan sebesar 10 V dan arus yang terukur sebesar 2,42 A. Setelah pengelupasan selesai,

diperoleh produk bubuk residu berwarna hitam, kemudian dikumpulkan dan disaring secara vakum menggunakan kertas saring berukuran pori 2,5 μm , selanjutnya di cuci dengan aquabides. Setelah itu, residu direndam dan disonikasi masing-masing selama 10 menit dalam larutan pendispersi DMF selama 48 jam. Proses dispersi ini dilakukan untuk memisahkan fraksi grafen dengan fraksi grafit dimana fraksi grafen yang lebih ringan akan melayang di permukaan sementara fraksi grafit akan mengendap. Ketika terjadi reaksi oksidasi maka menghasilkan gas nitrogen dan sulfur dioksida. Gas-gas tersebut yang memisahkan atau memecah fraksi, kemudian menyisipkan atau mengisi celah-celah layer sehingga merenggang dan menghasilkan layer.

Selain menggunakan DMF, pada penelitian ini proses dispersi juga dilakukan menggunakan surfaktan SDS untuk mengetahui variasi jenis pendispersi terhadap berat fraksi grafen yang diperoleh dan karakteristiknya. SDS dengan sifatnya yang berupa surfaktan, mengisi diantara layer sehingga membentuk fraksi. Dari penelitian ini, diperoleh fraksi grafen dengan pendispersi DMF sebesar 2 gram, sedangkan dengan pendispersi SDS sebesar 2,2 gram. Fraksi grafen yang diperoleh pada lapisan atas lalu dikeringkan dan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD.

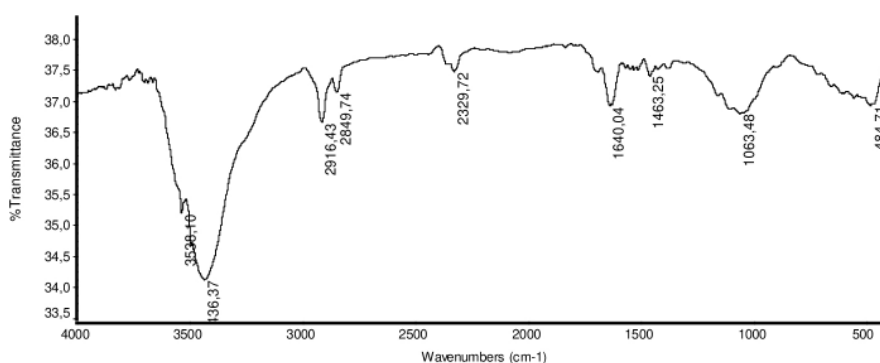
5.2 Karakterisasi Hasil Sintesis

Berikut adalah spektra dari karakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi senyawa yang terdapat pada bahan baku grafit, produk sintesis grafen, baik yang diperoleh dengan pendispersi DMF maupun SDS. *Overlapping* spektra dilakukan untuk mengetahui kemiripan dan perbedaan gugus fungsi antara fraksi grafen yang dihasilkan dengan bahan baku grafit.



Gambar 5.1 menunjukkan spektra FTIR untuk bahan baku grafit. Terjadi serapan pada 3428.43, 2915.05, 2362.89, 1569.23, 1112.39 cm^{-1} . Serapan tersebut diidentifikasi berupa ikatan OH *stretching*, C-H aldehyd, C=C alkana, C=C aromatik.

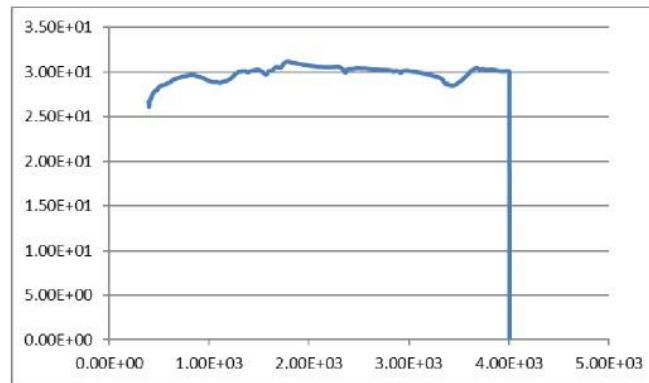
Gambar 5.2 menunjukkan spektra FTIR fraksi grafen hasil sintesis menggunakan pendispersi SDS. SDS merupakan surfaktan anionik ($\text{H}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_4\text{N}_2$) dari golongan organosulfat. Dari spektra tersebut dapat diketahui bahwa fraksi grafen hasil sintesis yang menggunakan pendispersi SDS memiliki serapan pada bilangan gelombang 3428,43 cm^{-1} yang menunjukkan serapan dari gugus hidroksil OH, 291,05 cm^{-1} serapan dari gugus fungsi C-H, 2362,89 cm^{-1} serapan dari gugus, 1569,23 cm^{-1} serapan dari gugus C=C cincin aromatic, dan 1112,39 cm^{-1} menunjukkan serapan dari gugus C-NH₂. Hasil sintesis mengindikasikan keberadaan gugus fungsi penyusun grafen.



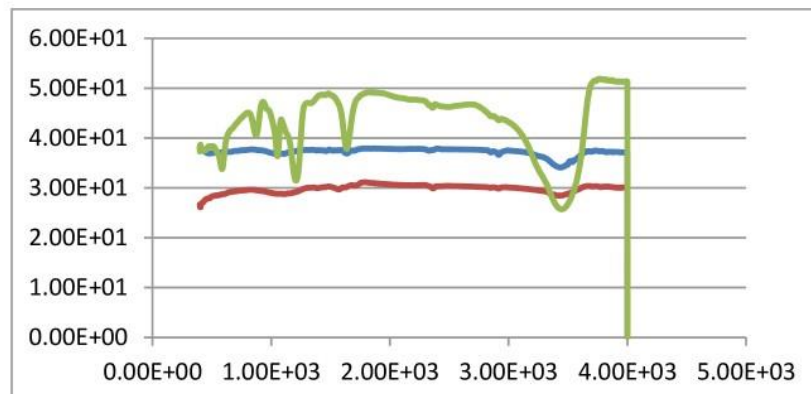
Gambar 5.2 Karakterisasi FTIR Grafen Pendispersi SDS

Gambar 5.3 merupakan hasil dari pengujian FTIR untuk hasil sintesis grafen menggunakan pendispersi DMF. DMF merupakan pelarut aprotik senyawa organik (CH_3)₂NC(O)H yang bersifat polar dan larut dalam air. Fraksi grafen dengan pendispersi DMF menunjukkan serapan FTIR pada bilangan gelombang antara lain; 436,37 cm^{-1} yang merupakan serapan dari gugus dari 2961,42 cm^{-1}

yang merupakan gugus fungsi dari C-H stretching sp^3 , bilangan gelombang 2849,24 cm^{-1} yang merupakan serapan dari gugus C-H, bilangan gelombang 2329,72 cm^{-1} yang merupakan serapan dari, dan bilangan gelombang 1640,04 cm^{-1} yang merupakan gugus dari gugus C=O stretching, dan 1063,40 cm^{-1} adalah vibrasi dari C-O. Hasil sintesis mengindikasikan keberadaan gugus fungsi penyusun grafen.



Gambar 5.3 Karakterisasi FTIR Grafen Pendispersi DMF



Gambar 5.4 Spektra *Overlapping* FTIR: (a) grafit; (b) fraksi grafen dengan pendispersi DMF; (c) grafen dengan pendispersi SDS

Gambar 5.4 menunjukkan perbandingan spektra FTIR untuk melihat dengan jelas perbandingan gugus fungsi yang ada pada bahan baku grafit dan fraksi grafen hasil sintesis dengan menggabungkan (*overlapping*) ketiga spektra. Spektra 5.4c (hijau) menunjukkan hasil sintesis menggunakan pendispersi SDS, spektra 5.4a

(biru) menunjukkan karakterisasi bahan baku grafit, dan spektra 5.4b (merah) menunjukkan hasil karakterisasi sintesis dengan pendispersi DMF. Kemiripan karakteristik gugus fungsi antara grafit dengan hasil fraksi grafen hasil sintesis dengan pendispersi DMF menunjukkan kemungkinan bahwa DMF memiliki kemampuan sebagai pendispersi yang kurang sesuai sehingga tidak mampu memisahkan fraksi grafen dan grafit dengan baik. Akibatnya, fraksi grafen masih mengandung banyak pengotor grafit. Sementara itu, dengan pendispersi SDS fraksi grafen yang dihasilkan menunjukkan puncak serapan tinggi pada bilangan gelombang 3465,36 cm^{-1} yang mengindikasikan telah terjadi oksidasi selama proses elektrolisis grafit menjadi grafen dan kemungkinan dengan pendispersi SDS menghasilkan hasil pemisahan fraksi grafen yang lebih baik.

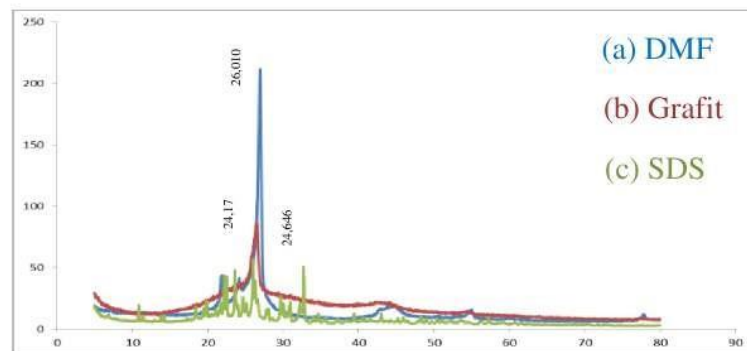
Tabel 5.1 Perbandingan spektra FTIR dari grafit dan fraksi grafen

Bilangan gelombang (cm^{-1})			Gugus fungsi
Grafit	Fraksi grafen yang disintesis dengan pendispersi DMF	Fraksi grafen yang disintesis dengan pendispersi SDS	
1112,39	1109,14	1112,39	C-C aromatik
2915,05	1109,14	2915,43	C-H <i>stretching</i>
3428,43	1063,48	3416,37	O-H <i>stretching</i>

Selanjutnya, grafen hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui pola difraksinya dan dibandingkan dengan bahan baku grafit. Pada karakterisasi menggunakan XRD, puncak pada difraktogram yang teratur mengidentifikasi bahwa material yang dianalisis ada pada rentang ukuran nano (Saragi, dkk., 2016). Dari difraktogram pada Gambar 5.5, dapat diamati bahwa bahan baku grafit memiliki pola difraksi pada 2θ 2,417°. JCPDS 87-2,417°. Penurunan intensitas 2θ pada sintesis menggunakan DMF adalah 24,646 ,

21,684 , 21,593°. Intensitas 2θ pada sintesis menggunakan SDS adalah 26,010 , 26,340 , 23,631°. Terdapat 3 puncak. Ketika menjadi grafen, puncaknya menurun. Kedua fraksi grafen menunjukkan penurunan intensitas. Meskipun tidak memberikan hasil signifikan namun terjadi perubahan mencolok. Pada sintesis yang menggunakan DMF bisa jadi masih tercampur grafit.

Spektra 5,5a (biru) menunjukkan hasil sintesis menggunakan pendispersi DMF. Spektra 5,5b (merah) berupa grafit. Spektra 5,5c (hijau) menunjukkan hasil sintesis menggunakan pendispersi SDS.



Gambar 5.5 Karakterisasi XRD. (a) grafit; (b) fraksi grafen dengan pendispersi DMF; (c) fraksi grafen dengan pendispersi SDS

BAB VI

KESIMPULAN

1. Sintesis grafen dari grafit baterai bekas dengan metode elektrosis menunjukkan hasil signifikan.
2. Kemunculan puncak pada karakterisasi FTIR untuk grafit berada pada bilangan gelombang $1112,39\text{ cm}^{-1}$ yang teridentifikasi sebagai C-C aromatik, $2915,05\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi sebagai C-H *stretching*, $3428,43\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi sebagai O-H *stretching*. Kemunculan puncak pada grafen hasil sintesis menggunakan pendispersi DMF antara lain pada bilangan gelombang $1109,14\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi sebagai C-C aromatik, $1109,14\text{ cm}^{-1}$ yang diketahui sebagai ikatan C-H *stretching*, $1063,48\text{ cm}^{-1}$ yang diketahui sebagai O-H *stretching*. Dan puncak yang muncul untuk grafen hasil sintesis menggunakan pendispersi SDS sebagai berikut, $1112,39\text{ cm}^{-1}$ diketahui sebagai C-C aromatik, $2915,43\text{ cm}^{-1}$ diketahui sebagai C-H *stretching*, dan $3416,37\text{ cm}^{-1}$ diidentifikasi sebagai ikatan O-H *stretching*.
3. DMF menunjukkan hasil yang signifikan sebagai agen pendispersi dalam sintesis grafen dengan metode elektrolisis.

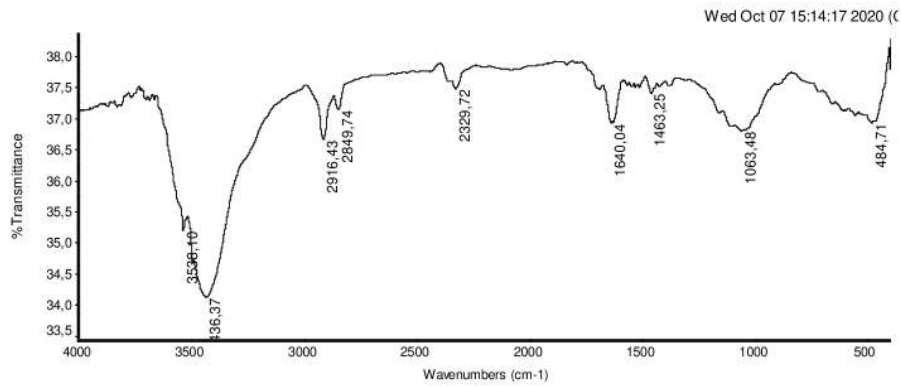
DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Lita Nur dan Susanti, Diah. 2014. *Pengaruh Variasi Kadar Zn Dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur Dan Nilai Konduktivitas Elektrik Material Graphene*. Surabaya: ITS
- Geim, A. K., dan Novoselov, K.S., 2007, The rise of graphene. *Nat Matter*, 6,3, (183-191), 1476-1122
- Huang, Lim, Chia, Yarno, dan Muhammad, 2011, Simple room-temperature preparation of high-yield large-area graphene oxide. *Journal of Nanomedicine*, 6, pp.3443-3448.
- Junaidi, Muhammad dan Susanti, Diah. 2014. *Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonifikasi dan Waktu Tahan Hydrothermal terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Materail Graphene*. Surabaya: ITS.
- Keenan, Charles W.1980. *Ilmu Kimia untuk Universitas edisi keenam jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Kuzmenko, A.B., Heumen, E.V., Carbone, F., dan Marel, D.V. 2008. *Universal Optical Conductance of Graphite*, *Phys. Rev. Lett.* 100, pp. 117401-117404.
- Li, J. (2014). The Preparation of Graphene Oxide and Its Derivatives and Their Application in Bio-Tribological Systems. *Lubricants*, vol.2, 137-161
- Murat. 2011. *The Synthesis of Graphene Sheets With Controlled Thickness and Order Using Surfactant-Assisted Electrochemical Processes*. Spanyol: Elsevier.
- Petrucci, Ralph H. 1985. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern edisi keempat jilid 3*. Jakarta: Erlangga
- Ray, S.C. 2005. *Application of Graphene and Graphene-Oxide based Nanomaterials*. Elsevier Inc.

- Singh, A., Kumar, D., Khanna, P. K., Kumar, M. dan Prasad B. 2013. Post annealing effect on structural and optical properties of ZnO thin films derived by sol-gel route. *J Mater Sci: Mater Electron* No 24
- Wang, Chen, Zhang, Cao, Tian, Gao, dan Xu. 2014. Fabrication of PVA/Graphene oxide/*TiO2* composite nanofibers through electrospinning and interface sol-gel reaction: Effect of graphene oxide on PVA nanofibers and growth of *TiO2*. *Journal of Colloid and Surface A*.457,pp.318-325.
- Zhou, Ming. 2014. *Production of Graphene by Liquid-Phase Exfoliation of Intercalated Graphite*. Elsevier Vol 9.

Lampiran

Hasil Karakterisasi Grafit Menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR)



Collection time: Wed Oct 07 09:58:12 2020 (GMT+0

Wed Oct 07 15:14:15 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *03490920-1 GB

Region: 4000.00 400.00

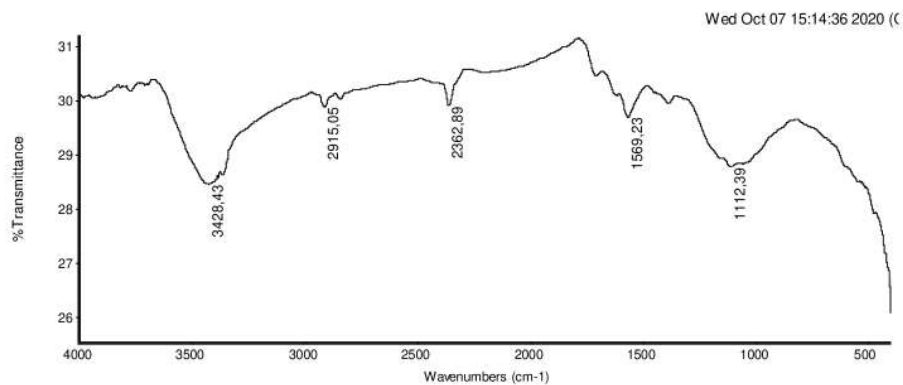
Absolute threshold: 38.401

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 3436.37	Intensity: 34.097
Position: 3538.10	Intensity: 35.172
Position: 2916.43	Intensity: 36.640
Position: 1063.48	Intensity: 36.780
Position: 1640.04	Intensity: 36.902
Position: 484.71	Intensity: 36.912
Position: 2849.74	Intensity: 37.120
Position: 1463.25	Intensity: 37.386
Position: 2329.72	Intensity: 37.458
Position: 402.66	Intensity: 37.767

Hasil Karakterisasi Sintesis Grafen Dengan Agen DMF Menggunakan *Fourier Transform InfraRed (FTIR)*



Collection time: Wed Oct 07 10:05:49 2020 (GMT+0)

Wed Oct 07 15:14:34 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *03490920-2 DMF

Region: 4000,00 400,00

Absolute threshold: 31,314

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 403,57 Intensity: 26,053

Position: 3428,43 Intensity: 28,439

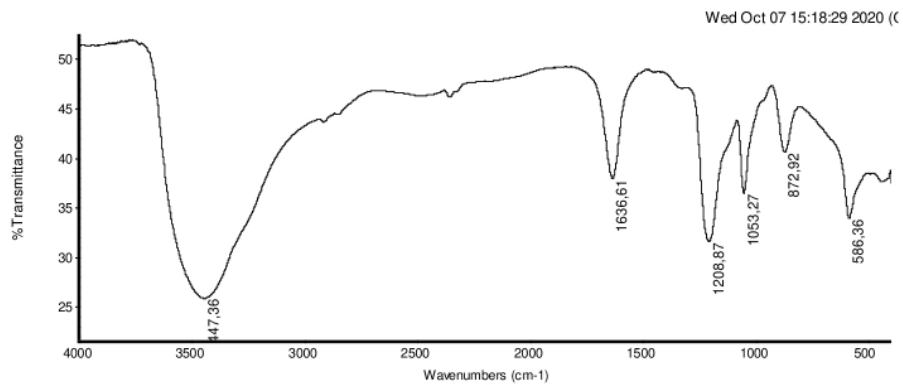
Position: 1112,39 Intensity: 28,761

Position: 1569,23 Intensity: 29,679

Position: 2915,05 Intensity: 29,865

Position: 2362,89 Intensity: 29,900

Hasil Karakterisasi Sintesis Grafen Dengan Agen SDS Menggunakan *Fourier Transform InfraRed (FTIR)*



Collection time: Wed Oct 07 10:12:48 2020 (GMT+0

Wed Oct 07 15:18:27 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *03490920-3 SDS

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 52.691

Sensitivity: 50

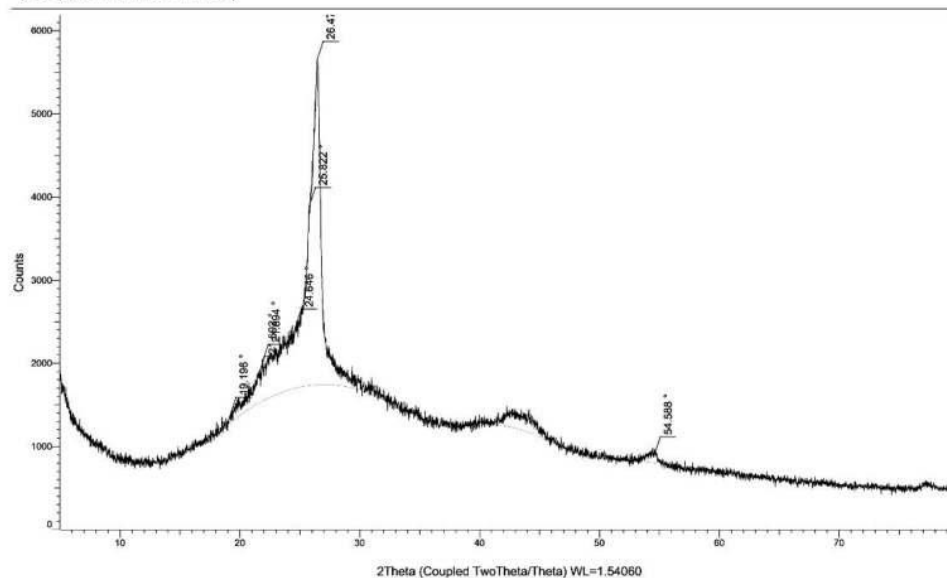
Peak list:

Position: 3447.36	Intensity: 25.712
Position: 1208.87	Intensity: 31.452
Position: 586.36	Intensity: 33.785
Position: 1053.27	Intensity: 36.336
Position: 1636.61	Intensity: 37.823
Position: 872.92	Intensity: 40.496

Hasil Karakterisasi Sintesis Dengan DMF Menggunakan *X-Ray Diffraction*

02780820-2 DMF.raw, 9/7/2020 12:22:50 PM

(Coupled TwoTheta/Theta)



02780820-2 DMF.raw, 9/7/2020 12:22:50 PM

Peak List #1

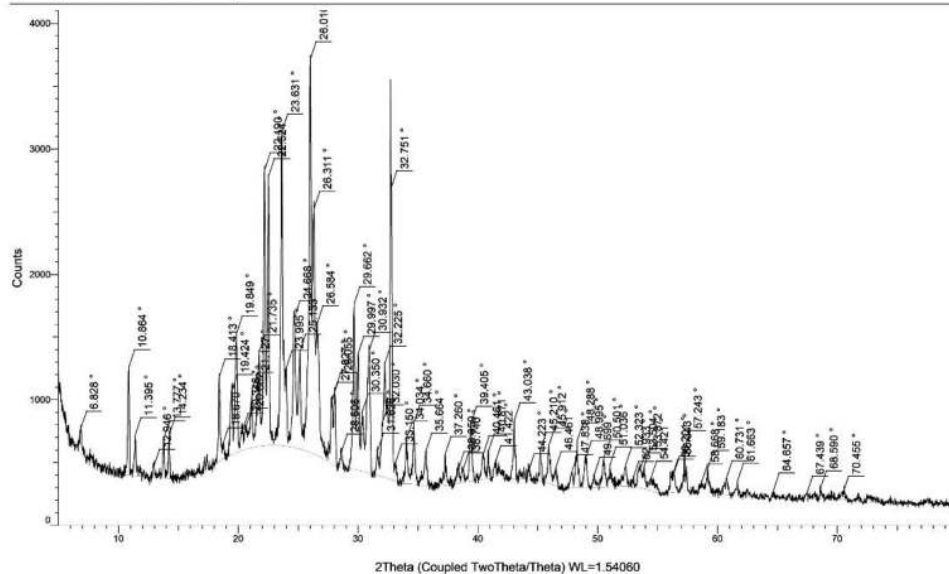
Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes	█	█	1	Peak #1	Peak List #1	19.196 °	02780820-2 DMF.raw #1	19.196 °
Yes	█	█	2	Peak #2	Peak List #1	21.592 °	02780820-2 DMF.raw #1	21.592 °
Yes	█	█	3	Peak #3	Peak List #1	21.894 °	02780820-2 DMF.raw #1	21.894 °
Yes	█	█	4	Peak #4	Peak List #1	24.646 °	02780820-2 DMF.raw #1	24.646 °
Yes	█	█	5	Peak #5	Peak List #1	25.822 °	02780820-2 DMF.raw #1	25.822 °
Yes	█	█	6	Peak #6	Peak List #1	26.470 °	02780820-2 DMF.raw #1	26.470 °
Yes	█	█	7	Peak #7	Peak List #1	54.588 °	02780820-2 DMF.raw #1	54.588 °
Yes	█	█	8	Peak #8	Peak List #1	79.842 °	02780820-2 DMF.raw #1	79.842 °

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity	h,k,l	Match
4.61988 Å	95.6	1377	2.4%	n.a.	No
4.11230 Å	352	1872	9.0%	n.a.	No
4.05630 Å	473	2018	12.1%	n.a.	No
3.60922 Å	740	2440	18.9%	n.a.	No
3.44752 Å	2173	3904	55.5%	n.a.	No
3.36455 Å	3917	5657	100.0%	n.a.	No
1.67984 Å	101	903	2.6%	n.a.	No
1.20035 Å	67.2	541	1.7%	n.a.	No

Hasil Karakterisasi Sintesis Dengan SDS Menggunakan X-Ray Diffraction

02780820-1 SDS.raw, 9/7/2020 11:57:36 AM

(Coupled TwoTheta/Theta)



Peak List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes		■	1	Peak #1	Peak List #1	6.828 °	02780820-1 SDS.raw #1	6.828 °
Yes		■	2	Peak #2	Peak List #1	10.864 °	02780820-1 SDS.raw #1	10.864 °
Yes		■	3	Peak #3	Peak List #1	11.395 °	02780820-1 SDS.raw #1	11.395 °
Yes		■	4	Peak #4	Peak List #1	12.946 °	02780820-1 SDS.raw #1	12.946 °
Yes		■	5	Peak #5	Peak List #1	13.777 °	02780820-1 SDS.raw #1	13.777 °
Yes		■	6	Peak #6	Peak List #1	14.234 °	02780820-1 SDS.raw #1	14.234 °
Yes		■	7	Peak #7	Peak List #1	18.413 °	02780820-1 SDS.raw #1	18.413 °
Yes		■	8	Peak #8	Peak List #1	18.670 °	02780820-1 SDS.raw #1	18.670 °
Yes		■	9	Peak #9	Peak List #1	19.424 °	02780820-1 SDS.raw #1	19.424 °
Yes		■	10	Peak #10	Peak List #1	19.849 °	02780820-1 SDS.raw #1	19.849 °
Yes		■	11	Peak #11	Peak List #1	20.346 °	02780820-1 SDS.raw #1	20.346 °
Yes		■	12	Peak #12	Peak List #1	20.662 °	02780820-1 SDS.raw #1	20.662 °
Yes		■	13	Peak #13	Peak List #1	21.127 °	02780820-1 SDS.raw #1	21.127 °
Yes		■	14	Peak #14	Peak List #1	21.735 °	02780820-1 SDS.raw #1	21.735 °
Yes		■	15	Peak #15	Peak List #1	22.190 °	02780820-1 SDS.raw #1	22.190 °
Yes		■	16	Peak #16	Peak List #1	22.524 °	02780820-1 SDS.raw #1	22.524 °
Yes		■	17	Peak #17	Peak List #1	23.631 °	02780820-1 SDS.raw #1	23.631 °
Yes		■	18	Peak #18	Peak List #1	23.995 °	02780820-1 SDS.raw #1	23.995 °
Yes		■	19	Peak #19	Peak List #1	24.668 °	02780820-1 SDS.raw #1	24.668 °
Yes		■	20	Peak #20	Peak List #1	25.133 °	02780820-1 SDS.raw #1	25.133 °
Yes		■	21	Peak #21	Peak List #1	26.010 °	02780820-1 SDS.raw #1	26.010 °
Yes		■	22	Peak #22	Peak List #1	26.311 °	02780820-1 SDS.raw #1	26.311 °
Yes		■	23	Peak #23	Peak List #1	26.584 °	02780820-1 SDS.raw #1	26.584 °
Yes		■	24	Peak #24	Peak List #1	27.827 °	02780820-1 SDS.raw #1	27.827 °
Yes		■	25	Peak #25	Peak List #1	28.055 °	02780820-1 SDS.raw #1	28.055 °
Yes		■	26	Peak #26	Peak List #1	28.606 °	02780820-1 SDS.raw #1	28.606 °
Yes		■	27	Peak #27	Peak List #1	29.662 °	02780820-1 SDS.raw #1	29.662 °
Yes		■	28	Peak #28	Peak List #1	29.997 °	02780820-1 SDS.raw #1	29.997 °
Yes		■	29	Peak #29	Peak List #1	30.350 °	02780820-1 SDS.raw #1	30.350 °
Yes		■	30	Peak #30	Peak List #1	30.932 °	02780820-1 SDS.raw #1	30.932 °
Yes		■	31	Peak #31	Peak List #1	31.626 °	02780820-1 SDS.raw #1	31.626 °
Yes		■	32	Peak #32	Peak List #1	32.030 °	02780820-1 SDS.raw #1	32.030 °
Yes		■	33	Peak #33	Peak List #1	32.225 °	02780820-1 SDS.raw #1	32.225 °
Yes		■	34	Peak #34	Peak List #1	32.751 °	02780820-1 SDS.raw #1	32.751 °
Yes		■	35	Peak #35	Peak List #1	33.150 °	02780820-1 SDS.raw #1	33.150 °
Yes		■	36	Peak #36	Peak List #1	34.034 °	02780820-1 SDS.raw #1	34.034 °
Yes		■	37	Peak #37	Peak List #1	34.660 °	02780820-1 SDS.raw #1	34.660 °
Yes		■	38	Peak #38	Peak List #1	35.664 °	02780820-1 SDS.raw #1	35.664 °
Yes		■	39	Peak #39	Peak List #1	37.260 °	02780820-1 SDS.raw #1	37.260 °
Yes		■	40	Peak #40	Peak List #1	38.359 °	02780820-1 SDS.raw #1	38.359 °
Yes		■	41	Peak #41	Peak List #1	38.740 °	02780820-1 SDS.raw #1	38.740 °
Yes		■	42	Peak #42	Peak List #1	39.405 °	02780820-1 SDS.raw #1	39.405 °
Yes		■	43	Peak #43	Peak List #1	40.461 °	02780820-1 SDS.raw #1	40.461 °
Yes		■	44	Peak #44	Peak List #1	40.871 °	02780820-1 SDS.raw #1	40.871 °
Yes		■	45	Peak #45	Peak List #1	41.422 °	02780820-1 SDS.raw #1	41.422 °
Yes		■	46	Peak #46	Peak List #1	43.038 °	02780820-1 SDS.raw #1	43.038 °
Yes		■	47	Peak #47	Peak List #1	44.223 °	02780820-1 SDS.raw #1	44.223 °
Yes		■	48	Peak #48	Peak List #1	45.210 °	02780820-1 SDS.raw #1	45.210 °
Yes		■	49	Peak #49	Peak List #1	45.912 °	02780820-1 SDS.raw #1	45.912 °
Yes		■	50	Peak #50	Peak List #1	46.461 °	02780820-1 SDS.raw #1	46.461 °

02780820-1 SDS.raw, 9/7/2020 11:57:36 AM

Yes		■	51	Peak #51	Peak List #1	47.838 °	02780820-1 SDS.raw #1	47.838 °
Yes		■	52	Peak #52	Peak List #1	48.288 °	02780820-1 SDS.raw #1	48.288 °
Yes		■	53	Peak #53	Peak List #1	48.995 °	02780820-1 SDS.raw #1	48.995 °
Yes		■	54	Peak #54	Peak List #1	49.699 °	02780820-1 SDS.raw #1	49.699 °
Yes		■	55	Peak #55	Peak List #1	50.501 °	02780820-1 SDS.raw #1	50.501 °
Yes		■	56	Peak #56	Peak List #1	51.036 °	02780820-1 SDS.raw #1	51.036 °
Yes		■	57	Peak #57	Peak List #1	52.323 °	02780820-1 SDS.raw #1	52.323 °
Yes		■	58	Peak #58	Peak List #1	52.933 °	02780820-1 SDS.raw #1	52.933 °
Yes		■	59	Peak #59	Peak List #1	53.504 °	02780820-1 SDS.raw #1	53.504 °
Yes		■	60	Peak #60	Peak List #1	53.872 °	02780820-1 SDS.raw #1	53.872 °
Yes		■	61	Peak #61	Peak List #1	54.421 °	02780820-1 SDS.raw #1	54.421 °
Yes		■	62	Peak #62	Peak List #1	56.201 °	02780820-1 SDS.raw #1	56.201 °
Yes		■	63	Peak #63	Peak List #1	56.343 °	02780820-1 SDS.raw #1	56.343 °
Yes		■	64	Peak #64	Peak List #1	57.243 °	02780820-1 SDS.raw #1	57.243 °
Yes		■	65	Peak #65	Peak List #1	58.668 °	02780820-1 SDS.raw #1	58.668 °
Yes		■	66	Peak #66	Peak List #1	59.183 °	02780820-1 SDS.raw #1	59.183 °
Yes		■	67	Peak #67	Peak List #1	60.731 °	02780820-1 SDS.raw #1	60.731 °
Yes		■	68	Peak #68	Peak List #1	61.663 °	02780820-1 SDS.raw #1	61.663 °
Yes		■	69	Peak #69	Peak List #1	64.657 °	02780820-1 SDS.raw #1	64.657 °
Yes		■	70	Peak #70	Peak List #1	67.439 °	02780820-1 SDS.raw #1	67.439 °
Yes		■	71	Peak #71	Peak List #1	68.590 °	02780820-1 SDS.raw #1	68.590 °
Yes		■	72	Peak #72	Peak List #1	70.455 °	02780820-1 SDS.raw #1	70.455 °