

Pengujian Aproksimat Karbon Limbah Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*)

Nanditho Azima Putra¹, Ananda Putra*²

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

anandap@fmipa.unp.ac.id

Abstract — The carbon approximation test of coconut coir has been successfully carried out. Carbon made at a temperature of 350 °C with variations in the length of time of 30, 45, 60 and 75 minutes was found to meet the test levels of SNI No. 06-3720-1995 and the best carbonization time for 60 minutes. In coconuts, coconut fiber is the dominating part because almost 35% of the weight of coconuts is coconut husk. The existence of waste is supported by the average production of coconuts in Indonesia of 15.5 billion eggs/year, so that the available material is quite a lot. This is a support in producing carbon because 60% of lignin has a carbon content.

Keywords — activated carbon, copper (II) oxide, composites, thermoelectric materials

I. PENDAHULUAN

Karbon bisa menggunakan banyak sumber yang berbeda. Salah satunya berupa penggunaan produk samping pertanian seperti sekam padi, almond, kemiri serta tempurung kelapa [1]. Pemanfaatan limbah pertanian juga sudah terbukti dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan, ekonomis serta ramah lingkungan [2]. Serta keuntungan lainnya menggunakan limbah pertanian ini berupa ketersediaan bahan yang selalu ada tanpa biaya dan terbarukan tanpa memerlukan perawatan [3].

Salah satu contoh limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan adalah sabut kelapa. Pada buah kelapa, sabut kelapa merupakan bagian yang mendominasi karena hampir 35 % dari berat buah kelapa merupakan sabut kelapa. Keberadaan limbah didukung dengan produksi rata rata buah kelapa di Indonesia sabanyak 15,5 milyar butir/tahun, sehingga material yang tersedia cukup banyak [4].

Sabut kelapa terdapat banyak kandungan lignoselulosa. Kandungan tersebut terdiri dari pektin (2%), lignin (16 – 45%), hemiselulosa (24 – 47%) dan selulosa (32,69%). Kelompok fenolik dan karboksilat dari hemiselulosa, pektin dan lignin merupakan zat utama dalam pengikatan logam [5]. Pada umumnya sabut kelapa hanya dimanfaatkan sebagai material untuk berkebun, sedangkan sabut sendiri dapat dijadikan sebagai sumber karbon karena memiliki kandungan lignin yang tinggi. Hal tersebut menjadi penunjang dalam menghasilkan carbon karena 60 % dari lignin memiliki kandungan karbon [6].

Sintesis karbon aktif dari sabut kelapa melalui beberapa tahap. Tahap pertama berupa dehidrasi, bertujuan agar kandungan air dalam bahan baku karbon berkurang atau hilang. Bahan baku dijemur dengan memanfaatkan cahaya matahari atau pemanasan pada oven hingga di peroleh berat yang konstan [7].

Karbonisasi merupakan tahapan perubahan sabut kelapa menjadi karbon. Menurut Lubis karbonisasi adalah tidak sepenuhnya pembakaran dari bahan organik dengan jumlah keterlibatan oksigen yang minim sehingga menghasilkan karbon. Proses ini menyebabkan senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin terurai [8].

Karbonisasi bertujuan agar kandungan karbon lebih banyak dengan menghilangkan unsur non-karbon lainnya. Suhu karbonisasi juga dapat memengaruhi kualitas karbon. Suhu karbonisasi tinggi dapat mengakibatkan peningkatan laju pelepasan cairan dan gas serta penurunan hasil karbon. Suhu tinggi akan meningkatkan kandungan karbon dan kadar abu dan mengurangi bahan yang mudah menguap [9]. Temperature tinggi sangat penting dalam karbonisasi, namun temperature yang terlalu tinggi juga akan mengakibatkan adanya kandungan abu pada karbon, sehingga dalam hal ini perlu dilakukannya pembatasan temperature. Terdapatnya abu pada saat karbonisasi akan mengakibatkan tersumbatnya pori – pori karbon sehingga luas permukaan menurun.

Kualitas karbon aktif akan melalui beberapa uji yang telah diatur batas persyaratannya dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam tabel berikut [10]:

TABEL I
PERSYARATAN MUTU ARANG AKTIF

	Jenis Uji Kadar				Daya Serap Iod
	Air	Abu	Uap	Terikat	
Butiran	<4,5%	<2,5%	<15%	>80%	>750 mg/g
Serbuk	<15%	<10%	<25%	>65%	>750 mg/g

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kadar air dari karbon seperti jumlah air di udara, lama proses pendinginan,

penggilingan dan pengayakan [11]. Berdasarkan teori jika waktu aktivasi semakin lama maka kadar air yang dihasilkan semakin sedikit [12].

Kadar uap atau kadar zat mudah menguap merupakan hasil dekomposisi zat - zat penyusun arang akibat proses pemanasan selama pengarangan. Analisis kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengukur kandungan senyawa yang belum menguap saat karbonisasi. Semakin lama waktu karbonisasi maka semakin banyak zat mudah menguap yang terbang, sehingga akan dihasilkan kadar zat mudah menguap yang semakin rendah [13].

Kadar karbon terikat merupakan jumlah karbon murni yang terikat dalam arang. Analisis karbon terikat murni bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon yang tersisa setelah proses karbonisasi dan saat aktivasi berlangsung. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Selain itu kadar karbon terikat juga dipengaruhi oleh kandungan dari bahan baku seperti selulosa dan lignin [13].

Penyerapan karbon aktif ke yodium terkait dengan luas permukaan. Semakin besar bilangan iod, semakin besar kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi adsorbat. Daya adsorpsi dapat ditunjukkan dengan banyaknya bilangan iod, yaitu suatu bilangan yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iodium [14].

Pada penelitian ini limbah sabut kelapa akan dimanfaatkan sebagai sumber karbon yang akan di uji kualitasnya

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Dalam melakukan percobaan ini dibutuhkan alat berupa spatula, botol semprot, cawan porselin, pipet tetes, batang pengaduk, lumpang dan alu, gelas kimia, gelas ukur, furnace, neraca analitik, FTIR PerkinElmer dan XRF PANalytical Epsilon3.

B. Bahan

Sabut kelapa tua (*Cocos nucifera*) dan aluminium foil

C. Karbonisasi dan Aktivasi Sabut Kelapa

Tahap karbonisasi sabut kelapa tua dilakukan melalui proses pembakaran dalam furnace pada suhu 350 °C selama 30, 45, 60 dan 75 menit dalam cawan penguap yang dibungkus *aluminium foil* dan didinginkan dalam desikator. [15].

Kemudian pengujian untuk karakterisasi karbon berdasarkan SNI No. 06-3720-1995. Adapun metode dari masing – masing pengujian karakterisasi karbon aktif dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kadar Air

Karbon sebanyak 1 gram dimasukkan ke cawan porselin yang sudah dikeringkan dan diketahui beratnya, panaskan selama 1 jam di dalam oven dengan suhu 105 °C, simpan di dalam desikator dan timbang. Berikutnya hitung kada air:

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat awal (gram)

b = berat akhir (gram)

2. Kadar Abu

Karbon dimasukkan ke dalam kurs porselin. Kemudian dimasukkan kedalam furnace dari suhu ruang hingga 900°C lalu tunggu selama 2 jam. Kemudian didinginkan dengan disimpan di dalam desikator kemudian timbang. Berikutnya hidung kadar abu:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3. Kadar Uap

Karbon dimasukkan ke dalam kurs porselin sebanyak 1 gram. Kemudian panaskan karbon aktif dari suhu ruang hingga suhu 10°C diatas suhu kalsinasi (350°C + 10°C) dalam furnace. Setelah mencapai suhu, dinginkan sampel didalam furnace tanpa adanya kontak dengan udara luar. Masukkan ke dalam desikator dan timbang. Hitung kadar uap:

$$\text{Kadar uap} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

4. Kadar Karbon Terikat

Kandungan karbon terikat dapat diperoleh dari pengurangan bagian yang hilang dalam pemanasan saat pengujian kadar uap dan abu.

Karbon terikat = 100% - (Kadar Abu + Kadar Uap)

Dimana:

A = persentase hasil kadar abu

B = persentase hasil kadar uap

5. Daya Serap Iod

Sampel ke dalam erlenmeyer dengan tutup sebanyak 0,25 gram, menambahkan iodin 0,1 N sebanyak 25 ml lalu dishaker selama 15 menit dengan keadaan temperatur ruang. Selanjutnya disaring. Filtrat penyaringan diambil 10 ml kemudian titrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1 N. Jika larutan sudah berwarna kekuningan atau kuning gading maka tambahkan kanji 1%. Titrasi hingga larutan berwarna bening.

$$\text{Daya serap iod mg/g} = \frac{(10 - \frac{V \times N}{0,1}) \times 12,69 \times 5}{W}$$

Dimana:

V = banyak Na₂S₂O₃ yang digunakan (ml)

N = normalitas Na₂S₂O₃

12.69 = jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1N

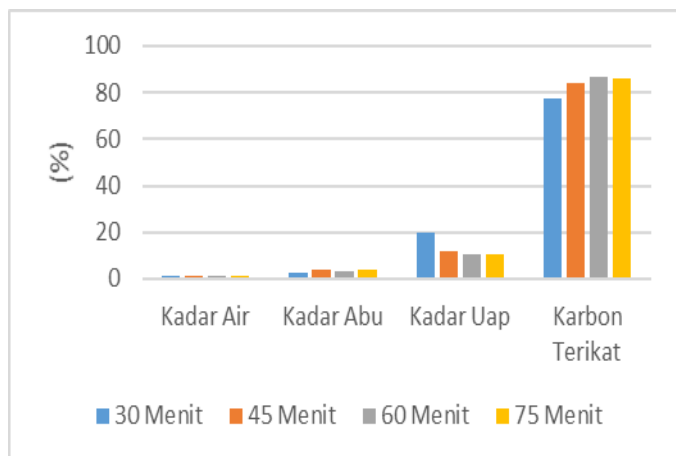
W = berat karbon

D. Karakterisasi

Karbon dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui adanya gugus fungsi dan XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karbonisasi, Aktivasi dan Uji Aproksimat



Gambar 1. Grafik karakterisasi karbon variasi waktu karbonisasi

Berdasarkan paparan grafik di atas dapat dilihat karbon dengan lama waktu karbonisasi 60 menit pada suhu 350 °C memenuhi standar SNI.

Kandungan air pada karbon tidak melewati batas yang telah ditetapkan yaitu 15%. Persentase kandungan air yang didapat berkisar antara 0,97% – 1,43%. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kadar air dari karbon seperti jumlah air di ruang terbuka, lama pendinginan dalam desikator, penghalusan dan pengayakan [11]

Kadar abu yang berkisar antara 2,51% – 3,77%. Oksida – oksida logam yang terdiri dari mineral pada arang merupakan abu. Karbon dengan kandungan abu di dalamnya dapat mempengaruhi luas permukaan karena terjadinya penyumbatan rongga pada karbon. Kadar abu yang diperoleh sesuai dengan SNI yaitu maksimal 10%.

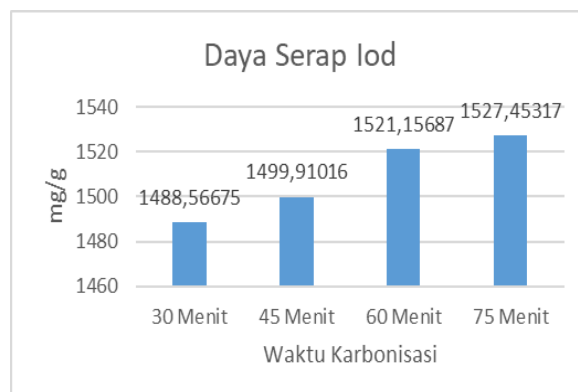
Kadar uap di antara 10,44% – 19,95% Kadar uap merupakan hasil dari telah menguapnya zat penyusun atau terdekomposisinya zat penyusun pada saat proses pengarangan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak zat yang belum terdekomposisi saat karbonisasi [13].

Karbon terikat dalam rentang 77,54% – 86,45%. Uji ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak karbon yang didapatkan. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh terdekomposisinya zat penyusun pada saat proses pengarangan dan kadar abu. Selain itu kandungan dari sumber karbon yang digunakan juga mempengaruhi jumlah karbon terikat yang didapat seperti selulosa dan lignin [13].

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada suhu 350 °C dengan waktu optimum karbonisasi selama 60 menit. Hal tersebut dikarenakan dibandingkan dengan waktu lainnya jumlah karbon terikat dengan waktu karbonisasi 60 menit lebih tinggi.

Daya serap karbon terhadap iodin berhubungan dengan luas permukaan. Kemampuan daya serap karbon berbanding lurus dengan luas permukaan. Daya adsorpsi dapat ditunjukkan

seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod [14]. Hasil pengaruh daya serap karbon ditunjukkan pada gambar berikut:

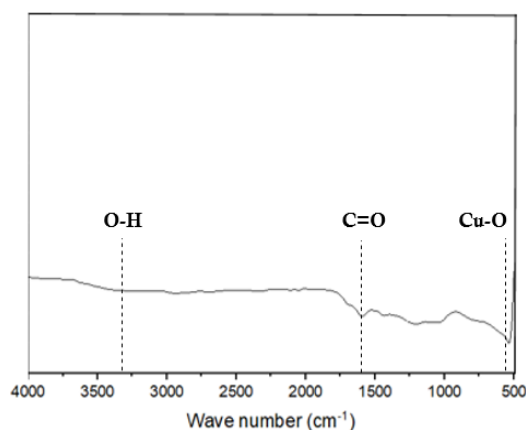


Gambar 2. Data daya serap iod karbon

Berdasarkan gambar di atas diketahui bahwasannya daya serap iod tertinggi pada karbon dengan lama karbonisasi 75 menit yaitu sebesar 1527,45317 mg/g. Daya serap iod meningkat seiring dengan lamanya waktu karbonisasi dan waktu aktivasi. Hal ini karena semakin lama karbonisasi dan aktivasi karbon aktif maka pori-pori yang terbentuk semakin bersih dan luas sehingga daya serapnya meningkat [16].

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa karbon optimum diperoleh pada lama karbonisasi 60 menit. Hal ini didasarkan pada tingginya kadar karbon terikat.

B. Karakterisasi FTIR



Gambar 3. FTIR Karbon Optimum

Pada rentang 3000 – 3500 cm⁻¹ didapati gugus fungsi O-H stretching pada bilangan gelombang 3321 cm⁻¹ [17]. Daerah gelombang antara 3700 – 3400 cm⁻¹ merupakan puncak serapan gugus –OH dari molekul air [18]. Pada bilangan gelombang 1500-1650 cm⁻¹ terdapat gugus fungsi C=C aromatik, dimana karbon memiliki bilangan gelombang 1591 cm⁻¹ Serta terdapat puncak pada panjang gelombang 532 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya oksida logam berupa CuO [19].

C. Karakterisasi XRF

TABEL 1.
KOMPOSISI KIMIA KARBON

Compound	Karbon Optimum
Al ₂ O ₃	4,597
SiO ₂	31,324
P ₂ O ₅	15,365
K ₂ O	5,36
CaO	39,507
TiO ₂	0,171
Cr ₂ O ₃	0,036
MnO	0,109
Fe ₂ O ₃	1,012
CuO	0,233
ZnO	0,236
As ₂ O ₃	0,001
SrO	0,052
Ag ₂ O	1,471
In ₂ O ₃	0,299
BaO	0,13
Eu ₂ O ₃	0
OsO ₄	0
PbO	0,016
Cl	0,067
Re	0,015
CdO	0
Tb ₄ O ₇	0

Tingginya komposisi CaO sebesar 39,506% memberikan potensi karbon sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai karbon yang baik [20]. Hasil analisa XRF karbon optimum di atas hanya terdapat beberapa senyawa yang dominan seperti CaO dan SiO₂ sedangkan unsur unsur lainnya hanya relatif sedikit. Hal tersebut menunjukkan bahwa karbon yang dihasilkan dengan suhu 350 °C dengan lama karbonisasi 60 menit cukup baik dengan sejumlah kecil ketidakmurnian pada hasil analisa XRF [21].

IV. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa karbon sabut kelapa optimum pada suhu 350 °C dengan lama waktu karbonisasi 60 menit. Hal tersebut sesuai dengan kadar air 1,43%, kadar abu 3,01%, kadar uap 10,54% karbon terikat 86,45% dan daya serap terhadap iodin 1521,15687 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas lancarnya pelaksanaan penelitian ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Ananda Putra M.Si, P.hD selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingan serta telah memberikan kesempatan untuk melakukan riset ini. terimakasih juga saya sampaikan Bapak/Ibu tenaga akademik maupun non akademik Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

[1] J. Zhang, J. Gao, Y. Chen, X. Hao, and X. Jin, "Characterization, preparation, and reaction mechanism of hemp stem based activated

carbon," *Results Phys.*, vol. 7, pp. 1628–1633, 2017, doi: 10.1016/j.rinp.2017.04.028.

[2] A. R. Tobi and J. O. Dennis, "Activated carbon from composite of palm bio-waste as electrode material for solid-state electric double layer capacitor," *J. Energy Storage*, vol. 42, no. 2001, p. 103087, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.103087.

[3] N. O. Ogbodo *et al.*, "Preparation and Characterization of activated carbon from agricultural waste (Musa-paradisiaca peels) for the remediation of crude oil contaminated water," *J. Hazard. Mater. Adv.*, p. 100010, 2021, doi: 10.1016/j.hazadv.2021.100010.

[4] T. Indahyani, "Pada perencanaan interior dan furniture masyarakat miskin," *Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2011.

[5] M. Chaudhuri, S. R. M. Kutty, and S. H. Yusop, "Copper and cadmium adsorption by activated carbon prepared from coconut coir," *Nat. Environ. Pollut. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–28, 2010.

[6] T. Sesuk, P. Tammawat, P. Jivaganont, K. Somton, P. Limthongkul, and W. Kobsiriphat, "Activated carbon derived from coconut coir pith as high performance supercapacitor electrode material," *J. Energy Storage*, vol. 25, no. June, p. 100910, 2019, doi: 10.1016/j.est.2019.100910.

[7] F. R. Tumimomor and S. C. Palilingan, "Pemanfaatan karbon aktif dari sabut kelapa sebagai elektroda superkapasitor," *Fuller. J. Chem.*, vol. 3, no. 1, p. 13, 2018, doi: 10.37033/fjc.v3i1.29.

[8] H. A. Lubis, "Uji Variasi Komposisi Bahan Pembuat Briket Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian," 2011.

[9] N. M. Nor, L. L. Chung, L. Keat Teong, and A. R. Mohamed, "Synthesis of activated carbon from lignocellulosic biomass and its applications in air pollution control - A review," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 1, no. 4, pp. 658–666, 2013, doi: 10.1016/j.jece.2013.09.017.

[10] LIPI, "SNI No. 06-3720-1995," vol. 2000, no. 1645, pp. 1–76, 2000.

[11] K. D. L. F. Lestari, R. D. Ratnani, Suwardiyono, and N. Kholis, "Pengaruh waktu dan suhu pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai upaya pemanfaatan limbah dengan suhu tinggi secara pirolisis," *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2017.

[12] L. Maulinda, Z. Nasrul, and D. N. Sari, "Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 4, no. 2, pp. 11–19, 2015.

[13] E. Kusdarini, A. Budianto, and D. Ghafarunnisa, "Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄-NH₄HCO₃, Dan Termal," *Reaktor*, vol. 17, no. 2, pp. 74–80, 2017, doi: 10.14710/reaktor.17.2.74-80.

[14] R. Idrus, B. P. Lapanporo, and Y. S. Putra, "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahasan Dasar Tempurung Kelapa," *Prism. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2013.

[15] Maulidiyah, D. Wibowo, Hikmawati, R. Salamba, and M. Nurdin, "Preparation and characterization of activated carbon from coconut shell-doped TiO₂ in water medium," *Orient. J. Chem.*, vol. 31, no. 4, pp. 2337–2342, 2015, doi: 10.13005/ojc/310462.

[16] K. Udyani, D. Y. Purwaningsih, R. Setiawan, and K. Yahya, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika Dengan Microwave," *J. IPTEK MEDIA Komun. Teknol.*, vol. 23, pp. 39–46, 2019, doi: 10.31284/j.ipitek.2019.v23i1.

[17] Uchi Inda Purnamasari, "Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Salak (Salacca Zalacca) Dengan Proses Pengaktifan Karbon Dioksida (CO₂) Menggunakan Pemanas Microwave," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2018.

[18] N. Nayak and C. R. Panda, "Aluminium extraction and leaching characteristics of Talcher Thermal Power Station fly ash with sulphuric acid," *Fuel*, vol. 89, no. 1, pp. 53–58, 2010, doi: 10.1016/j.fuel.2009.07.019.

[19] M. Nagaraja, S. Prashanth, J. Pattar, H. M. Mahesh, and K. Rajanna, "Polyaniline-CuO nanocomposite: Electrical, structural and sensor properties," *Mater. Today Proc.*, vol. 49, no. xxxx, pp. 1989–1992, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.08.154.

[20] A. P. Permana, "Potential of Gorontalo Reef Limestone as Industrial Material Based on XRF Geochemistry Analysis Potential of Gorontalo Reef Limestone as Industrial Material Based on XRF Geochemistry Analysis," *EnviroScientiae*, vol. 14, no. 3, 2018.

[21] Z. A. Nasution and S. M. Rambe, "Pengaruh temperatur terhadap pembentukan pori arang cangkang sawit sebagai adsorbansi effect of temperature for palm shell pore forming as adsorbance," *Din. Penelit. Ind.*, vol. 22, no. 1, pp. 48–53, 2011.