

Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable (Improvement Mechanical Properties of Biodegradable Cocofiber Waste Natural Fiber Composit)

Sri Hastuti¹, Herru Santosa Budiono¹, Diki Ilham Ivadiyanto¹, Muhammad Nurdin Nahar¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar - Magelang

ARTICLE INFO

Article history

Received : 05 Februari 2021

Revised : 09 Maret 2021

Accepted : 10 Maret 2021

DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2257>

Keywords :

bending; cocofiber; composite; impact

e-mail corresponding author :

hastutisrimetin@untidar.ac.id

ABSTRAK

Inovasi baru serat dari sabut kelapa dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomis dari serat sabut kelapa, oleh karena itu dirancanglah pendayagunaan serat dari sabut kelapa untuk penguat komposit dengan material serat alam yang biodegradable. Hal ini untuk mendukung penggunaan komposit yang ramah terhadap lingkungan dan mengurangi penggunaan material komposit serat sintetis yang polutan. Tujuan penelitian adalah menganalisis sifat mekanik pada komposit serat alam bermaterial serat dari sabut kelapa yang ramah lingkungan. Metode penelitian pembuatan komposit berpenguat serat dari sabut kelapa dilakukan treatment NaOH 15% selama 5 jam dan fraksi volume serat 10 %, 15 %, dan 20 %. Komposit serat dari sabut kelapa dengan matriks UPRs 157 BQTN dengan hardener MEXPO. Pengujian mekanik dilakukan uji bending menggunakan standar ASTM D790 dan uji impak menggunakan standar ASTM D5941. Pengujian impak komposit serat alam menunjukkan ketangguhan impak komposit pada fraksi volume serat 20% dengan nilai 0.017588J/mm². Hasil pengujian menunjukkan peningkatan fraksi volume serta berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan bending komposit serat dari sabut kelapa dengan kekuatan optimum bending pada fraksi volume serat 10% dengan nilai 44,33N/mm². Hal ini menunjukkan peningkatan fraksi volume serat dengan perendaman NaOH 15% akan meningkatkan sifat mekanik bending dan impak komposit. Perendaman NaOH memberikan pengaruh daya serap sabut kelapa terhadap matrik Unsaturated Polyester yang dapat meningkatkan daya rekat antara penguat serat dengan matrik sehingga meningkatkan sifat mekanik bending dan impak komposit.

PENERBIT

UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-
Malang, 65144, Telp/Fax:
0341-565500



This is an open access article under the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. CC-BY-SA

ABSTRACT

The innovation of coco fiber is used to increase the economic value of coconut coir, therefore the utilization of coconut fiber for reinforcing composites with biodegradable natural fiber material is designed. This is to support the use of composites that are friendly to the environment and reduce the use of pollutant synthetic fiber composite materials. The research objective was to analyze the mechanical properties of natural fiber composites with environmentally friendly coconut fiber as material. The research method of making fiber-reinforced composites from coconut coir was carried out by 15% NaOH treatment for 5 hours and a fiber volume fraction of 10%, 15%, and 20%. Composite fiber from coconut coir with UPRs 157 BQTN matrix with MEXPO hardener. Mechanical testing is carried out using the ASTM D790 standard and the impact test using the ASTM D5941 standard. The impact test of natural fiber composites showed the impact toughness of the composite at a fiber volume fraction of 20% with a value of 0.017588 J/mm². The test results showed an increase in volume fraction and an effect on the increase in the bending strength of coconut fiber composites with the optimum bending strength at a fiber volume fraction of 10% with a value of 44.33N/mm². This shows that the increase in fiber volume fraction by immersion in 15% NaOH will increase the bending mechanical properties and the impact of the composite. Soaking NaOH has an effect on the absorption power of coconut coir on the Unsaturated Polyester matrix which can increase the adhesion between the fiber reinforcement and the matrix thereby increasing the bending mechanical properties and impact of the composite.

Cara Mengutip : Hastuti, S., Budiono, H. S., Ivadiyanto, D. I., Nahar, M. N. (2021). Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 30-37. doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2257>

1. PENDAHULUAN

Pohon kelapa merupakan tanaman yang tumbuh di wilayah tropis seperti Indonesia dengan nama latin *Cocos Nucifera*. Pembungkus kelapa disebut dengan sabut kelapa. Komposisi kimia pada sabut kelapa menurut United Coconut Association of the Philippines meliputi: *selulosa*, pectin, hemiselulosa, lignin, *pyroligneous acid*, gas, arang, ter, tannin, dan potassium [1] [2]. Sabut kelapa mempunyai prosentase yang cukup besar pada buah kelapa kisaran 35% dari berat total 1 kelapa. Pada satu butir kelapa terkandung serat 525 gram atau 75% dari sabut, dan gabus 175 gram atau 25% dari sabut. Keberadaan buah kelapa di Indonesia cukup banyak rata-rata 15,5 milyar butir per tahun atau setara 1,8 juta ton serat sabut dan 3,3 juta ton debu sabut [3] maka cukup melimpah material yang tersedia. Limbah sabut kelapa yang melimpah salah satunya di Kabupaten Kebumen ditunjukkan pada Gambar 1. Sabut kelapa di masyarakat masih minim dikembangkan untuk berbagai produk yang nilai ekonomis tinggi. Potensi limbah sabut kelapa dapat dimanfaatkan untuk beberapa produk seperti coopeat, cocofibre, cocopot, coco coir, coco fibre board dan cococmesh [4] [5] [6] [7]



Gambar 1. Limbah sabut kelapa

Teknologi material komposit menjadi berkembang digunakan pada beberapa industri seperti pada industri otomotif, penerbangan, kelautan dan konstruksi. Komposit merupakan material yang terbuat dari pencampuran dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material dasarnya. Terdapat dua material penyusun dari komposit yaitu matrik berfungsi sebagai pengikat komposit dan *filler* berfungsi sebagai penguat komposit. Peningkatan sifat mekanik komposit serat alam dapat dilakukan dengan perlakuan kimia [8]. Matrik digunakan dalam komposit dipilih yang mempunyai ketahanan panas tinggi. Serat sebagai material penguat komposit terdiri dari serat sintetis dan serat alam. Komposit menggunakan berpenguat serat merupakan salah satu jenis komposit paling banyak dikembangkan. Beberapa industri dalam produksinya masih banyak yang menggunakan serat sintetis seperti serat gelas (GFRP) dengan tujuan mereduksi penggunaan material logam [9].

Komposit dengan berpenguat serat alam mempunyai kekuatan 40% lebih kuat serta lebih ringan dibandingkan komposit serat gelas. Proses manufaktur komposit berpenguat serat alam mempunyai keuntungan relatif murah serta ramah terhadap lingkungan. Oleh karena itu, material komposit serat alam dapat diproyeksikan menjadi material alternatif pengganti komposit serat sintetis [10]. Disisi lain peningkatan konsep *back to nature* semakin dikembangkan dan ditingkatkan.

Konsep penggunaan material alam yang di anjurkan Food and Agriculture Organization (FAO) pada dunia industri dengan adanya deklarasi *International Year of Natural Fibres* 2009. Pada tahun 2006 FAO menganjurkan agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan material baku yang ramah terhadap lingkungan dan mudah terurai. Komposit serat alam dapat didaur ulang, ringan, tahan korosi, tahan terhadap air, performance menarik, tanpa proses permesinan sehingga selaras dengan anjuran program lingkungan dari pemerintah yaitu *go green* [11]. Penggunaan material natural fiber dapat meningkatkan penyelesaian masalah lingkungan, karena sifatnya yang ramah terhadap lingkungan, harganya murah, renewable, biodegradable dan penggunaan natural fiber dapat meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan [12].

Industri otomotif berkembang pesat di Negara maju seperti Jepang dan Cina. Mobil listrik merupakan kendaraan yang membutuhkan konstruksi ringan dan ramah lingkungan. Kendaraan mobil listrik membutuhkan konstruksi yang ringan untuk menghemat energi, sehingga dibutuhkan material konstruksi kendaraan mobil listrik yang ringan seperti penggunaan material komposit [13].

Pada bagian permukaan dari serat sabut kelapa (SSK) mengandung banyak kotoran yang akan mempengaruhi proses ikatan (*bonding*) dengan matriks. Perlakuan perendaman NaOH memberikan pengaruh pembersihan kotoran serbuk sabut kelapa, serat akan mengalami penyusutan diameter, sehingga akan meningkatkan kekuatan mekanik material berpenguat komposit serat alam yang ramah terhadap lingkungan [10]. Perlakuan perendaman NaOH atau alkali memberikan pengaruh topografi permukaan dari serat yaitu menjadi kasar dan meningkatkan *mechanical interlocking* pada komposit serat alam dan matrik *polyethylene* [14].

Pemanfaatan limbah sabut kelapa belum dilakukan secara optimal di lingkungan. Jumlah produksi buah kelapasetiap tahun akan mengalami peningkatan seiring dan diperlukannya solusi strategis. Pembuatan komposit serat alam melalui pemanfaatan serat limbah dari sabut kelapa diharapkan dapat menjadi salah satu solusi alternatif material komposit berbahan serat alam yang ramah terhadap lingkungan yang akan digunakan sebagai pengganti serat sintesis yang bersifat *pollutan*. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan sifat mekanik melalui pengujian sifat mekanik dari komposit limbah dari sabut kelapa sebagai bahan penguat material komposit yang *biodegradable*. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perendaman alkali dan penambahan fraksi serat terhadap sifat mekanis komposit limbah serat sabut kelapa.

2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini melalui pengkajian eksperimental kemudian data penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui hubungan variasi komposisi terhadap jenis pengujian. Analisis data hasil uji akan divalidasi dengan peneliti/jurnal terdahulu.

Variabel penelitian komposit limbah dari sabut kelapa dilakukan *treatment* alkali (15% NaOH) selama 5 jam dan komposit dicetak pada variasi fraksi volume serat 10%, 15%, dan 20% sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Variabel Komposisi Penelitian

Spesimen	Uji Bending (fraksi volume serat)	Uji Impak (fraksi volume serat)
SSK1	10%	10%
SSK2	15%	15%
SSK3	20%	20%

Peningkatan sifat mekanik komposit diketahui melalui pengujian mekanik yaitu uji uji bending dan uji impak. Spesimen uji bending dilakukan pengujian menggunakan metode *three point bending* mengacu pada standar pengujian ASTM D 790. Pengujian nilai ketangguhan impak dilakukan dengan metode impak izod menggunakan standar pengujian ASTM D 5941.

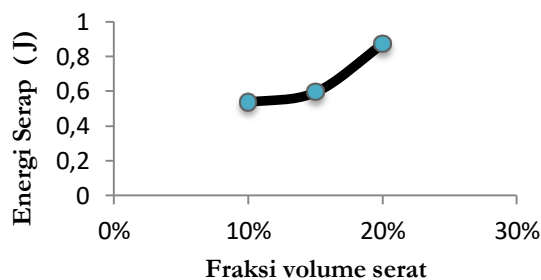
Penelitian dilakukan di Universitas Tidar, adapun pengujian Uji Bending dan Uji Impak spesimen dilakukan di Institut Sains & Teknologi AKPRIND dan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Material komposit adalah serat yang didapat dari sabut kelapa dari pohon kelapa dipesisir pantai Kabupaten Kebumen dan matriks resin *polyester unsaturated* 157 BQTN-EX dengan katalis MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) yang dibeli di PT. Justus Kimia Raya, Semarang. Spesimen uji impak diuji dengan alat uji impak izod merk *Gotech*, adapun uji bending diuji dengan alat Uji *three point bending*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ketangguhan impak komposit SSK dengan metode impak izod dihasilkan nilai energi serap dan ketangguhan impak seperti diberikan pada Tabel 1.

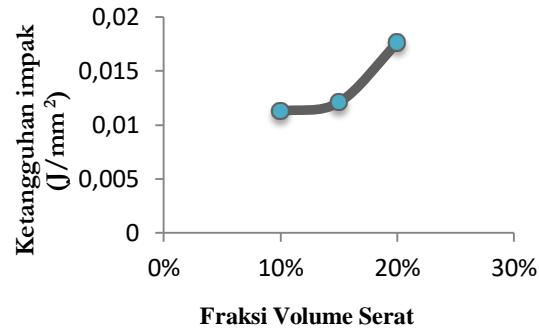
Tabel 1. Nilai energi serap dan ketangguhan impak

No	Fraksi	Energi Serap (J)	Ketangguhan Impak (J/mm ²)
1	10%	0.53600	0.011278
2	15%	0.593333	0.012080
3	20%	0.870333	0.017588



Grafik 1. Energi serap terhadap fraksi volume serat

Pada grafik 1 menunjukkan nilai energi serap dihasilkan dari beban kejut yang diterima oleh komposit SSK terhadap fraksi volume serat menunjukkan nilai terkecil pada fraksi 10% sebesar 0.536000 J dan nilai terbesar pada fraksi 20% dengan nilai sebesar 0.870333 J. Peningkatan nilai volume SSK menunjukkan *trend* kenaikan nilai energi serap dengan kenaikan terbesar pada fraksi 15% ke volume fraksi 20% sebesar 68,1% ditunjukkan pada grafik 1. Energi serap pada pengujian ketangguhan impact ditunjukkan pada grafik 2.

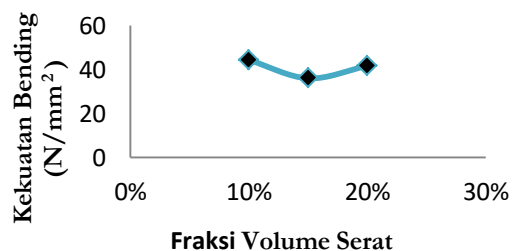


Grafik 2. Ketangguhan impact terhadap fraksi volume serat

Ketangguhan impact terendah dihasilkan pada spesimen komposit dengan variasi fraksi volume serat 10 % dengan nilai 0.011278 J/mm², sedangkan ketangguhan impact terbesar pada fraksi volume serat 20% dengan nilai 0.017588.698 J/mm², peningkatan jumlah volume serat berbanding lurus dengan peningkatan ketangguhan impact. Peningkatan kekuatan komposit ini disebabkan oleh kontribusi peningkatan jumlah serat, sehingga mampu meningkatkan kekuatan komposit.

Chemical treatment NaOH 15% selama 5 jam berpengaruh meningkatkan sifat mekanik bending. Perendaman NaOH mengakibatkan berkurangnya hemiselulosa, lignin/pectin, *wettability* serat terhadap matriks baik yang meningkatkan kekuatan antarmuka dan terjadi *mechanical interlocking* serta meningkatkan daya serap sabut kelapa terhadap matrik *Unsaturated Polyester* yang dapat meningkatkan daya rekat antara penguat serat dengan matriks sesuai dengan penelitian [15] [7].

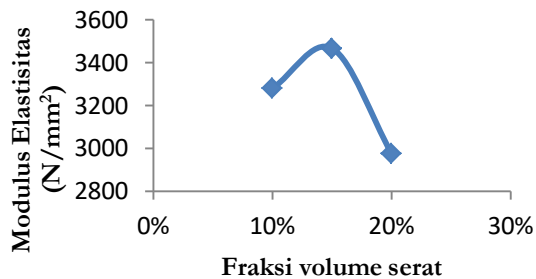
Mengacu pada hasil yang diperoleh dari pengujian, dilakukan analisa berdasarkan hasil pengujian untuk mengetahui seberapa besar nilai peningkatan atau penurunan kekuatan yang dihasilkan dari material komposit berpenguat serat sabut kelapa. pada pengujian bending peningkatan fraksi volume serat terhadap nilai kekuatan bending ditunjukkan pada grafik 3.



Grafik 3. Kekuatan bending terhadap fraksi volume serat

Hasil pengujian bending menunjukkan nilai kekuatan bending terkecil pada variasi volume serat 15% sebesar 36 N/mm^2 dan kekuatan bending terbesar pada variasi fraksi volume 10%. Peningkatan variasi volume serat 10% ke variasi volume serat 15% terjadi penurunan nilai kekuatan bending sebesar 18.7% namun nilai kekuatan bending kembali naik pada variasi volume serat 20% dengan kenaikan sebesar 13,6% menjadi 41.6 N/mm^2 . Pada grafik 3 terlihat peningkatan volume fraksi serat dari volume 10% sampai 20% menunjukkan *trend* penurunan kekuatan bending.

Modulus elastisitas pada tiap variasi volume fraksi serat sabut kelapa ditunjukkan pada grafik 4.



Grafik 4. Modulus elastisitas terhadap fraksi volume serat

Pada grafik 4 terjadi *trend* penurunan nilai modulus elastisitas pada peningkatan fraksi volume serat. Hasil patahan uji bending pada gambar 2 menunjukkan *bonding* antara serat dan matriks.

Pada gambar 2a. merupakan patahan spesimen variasi volume 10% terlihat matriks lebih dominan dari pada serat, sehingga sifat mekaniknya lebih *brittle* dan nilai modulus elastisitas tinggi. Pada gambar 2b. menunjukkan variasi volume fraksi serat 15% hasil patahan menunjukkan adanya void atau gelembung udara yang mempengaruhi sifat mekanik. Pada gambar 2c. merupakan hasil patahan uji bending untuk variasi volume serat 20% , terlihat banyak serat sehingga menyebabkan ikatan/*bonding* antara matriks dan *filler* serat sabut kelapa semakin lemah dan nilai modulus elastisitas kecil. Penampang patahan akibat menerima beban tampak adanya serat tercabut keluar (*fibre pull out*) [8].



Gambar 2. Patahan hasil uji bending komposit

Secara singkat penurunan pada tegangan bending dan modulus elastisitas pada komposit dengan berpenguat serat sabut kelapa (SSK) disebabkan karena semakin besar fraksi volume kadar serat sabut kelapa maka akan semakin sedikit matriks dalam komposit,

sehingga ikatan antara matriks dan dengan *filler* serat sabut kelapa semakin lemah Selain itu juga dapat disebabkan adanya keberadaan bubbles dan void yang mempengaruhi penurunan kekuatan mekanik komposit [16].

4. KESIMPULAN

Pada hasil pengujian bending menunjukkan nilai kekuatan bending terkecil pada variasi volume serat 15% dan kekuatan bending terbesar pada variasi fraksi volume serat 10%. Peningkatan variasi volume serat 10% ke 15% terjadi penurunan nilai kekuatan bending 18.7% namun nilai kekuatan bending meningkat pada variasi volume serat 20% dengan kenaikan 13,6%.

Peningkatan prosentase serat sabut kelapa berbanding lurus dengan peningkatan nilai ketangguhan impak. Ketangguhan impak terkecil dihasilkan pada spesimen komposit dengan variasi volume fraksi serat 10 % dan meningkat pada variasi volume fraksi serat 15%, sedangkan ketangguhan impak terbesar pada volume fraksi serat 20%.

Peningkatan volume fraksi serat sabut kelapa yang berbanding lurus dengan nilai kekuatan impak disebabkan semakin banyaknya kontribusi serat untuk menahan beban kejut. Sedangkan pada pengujian bending menurunnya nilai kekuatan bending disebabkan akibat kurangnya matriks pada hasil cetak komposit, sehingga ikatan/ bonding antara matriks dan penguat serat sabut kelapa kurang optimal.

5. PENGHARGAAN

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan keuangan yang diberikan oleh LPPM-PMP Universitas Tidar melalui Hibah Penelitian Dosen Pratama DIPA UNTIDAR Tahun 2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Lay and P. M. Pasang, "Pengolahan serat sabut kelapa," *Pengolah. Serat Sabut Kelapa*, pp. 94–98, 1999.
- [2] G. Das, H. S. Shin, A. Kumar, C. N. Vishnuprasad, and J. K. Patra, "Photo-mediated optimized synthesis of silver nanoparticles using the extracts of outer shell fibre of *Cocos nucifera* L. fruit and detection of its antioxidant, cytotoxicity and antibacterial potential," *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 28, no. 1, pp. 980–987, 2021.
- [3] T. Indahyani, "Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Masyarakat Miskin," *Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2011.
- [4] B. Lu *et al.*, "Feasibility of NIR spectroscopy detection of moisture content in coco-peat substrate based on the optimization characteristic variables," *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.*, vol. 239, 2020.
- [5] L. S. Ott, M. M. Riddell, E. L. O'Neill, and G. S. Carini, "From orchids to biodiesel: Coco coir as an effective drywash material for biodiesel fuel," *Fuel Process.*

- Technol.*, vol. 176, no. February, pp. 1–6, 2018.
- [6] S. Indrawati and S. Suyatno, “Innovative Coco Shell Resonator (CSR) Panels for Acoustic Performance,” *Procedia Eng.*, vol. 170, pp. 293–298, 2017.
- [7] B. Maryanti, A. Sonief, and S. Wahyudi, “Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik,” *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.
- [8] A. Nurdin, S. Hastuti, H. P. D., and R. H., “Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy,” *Rotasi*, vol. 21, no. 1, p. 30, 2019.
- [9] S. Hastuti, C. Pramono, and Y. Akhmad, “Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable,” *J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–28, 2018.
- [10] M. Arsyad and A. Salam, “Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serat Sabut Kelapa,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 4, no. 1, p. 10, 2017.
- [11] S. Hastuti, C. Pramono, and Paryono, “Utilization of palm fiber waste as reinforcement composite material for the manufacture of public housing panel,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2097, no. April, 2019.
- [12] “S2214785321004934-Santosh Kumar et al 2021.” .
- [13] K. Diharjo *et al.*, “Adhesive nanosilica/aluminium powder-Epoxy for joint application on composite car body of electrical vehicle,” *Proc. 2013 Jt. Int. Conf. Rural Inf. Commun. Technol. Electr. Technol. rICT ICEV-T 2013*, pp. 13–17, 2013.
- [14] H. Salmah, B. Y. Lim, and P. L. Teh, “Rheological and thermal properties of palm kernel shell-filled low-density polyethylene composites with acrylic acid,” *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 26, no. 9, pp. 1155–1167, 2013.
- [15] M. A. Habe, “Efek Perendaman Serat Sabut Kelapa dalam Larutan Alkali Terhadap Daya Serap Serat Sabut Kelapa pada Matriks Poliester,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 3, no. 1, p. 15, 2016.
- [16] I. S. Aji, S. M. Sapuan, E. S. Zainudin, and K. Abdan, “Kenaf fibres as reinforcement for polymeric composites: A review,” *Int. J. Mech. Mater. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 239–248, 2009.