

Sintesis Hijau Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Kulit Pinang (*Areca Catechu L.*) Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Restina Bemis^{a*}, Frastica Deswardani^a, Heriyanti^a, Ratih Dyah Puspitasari^a, dan Nur Azizah^a

^aProgram Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia 36361

*corresponding author: restina@unja.ac.id

DOI: [10.20885/ijca.vol6.iss2.art9](https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss2.art9)

ARTIKEL INFO

Diterima : 10 Juli 2023
Direvisi : 14 Agustus 2023
Diterbitkan : 01 September 2023
Kata kunci : Bioreduktor, Kulit Buah Pinang, Nanopartikel, PVA, Antibakteri

ABSTRAK

Pinang atau *Areca catechu L* adalah tanaman memiliki banyak sekali manfaat nya salah satu nya yaitu bisa sebagai obat. Terdapat kandungan senyawa metabolit sekunder yang membuat kulit pinang berpotensi tinggi dapat menjadi bioreduktor untuk mensintesis nanopartikel perak sebagai antibakteri. Proses sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan adanya penambahan penstabil berupa Polivinil alkohol (PVA) dengan variasi konsentrasi 1%, 3% dan 5%. Hasil analisis pada penelitian ini akan di karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, XRD, FT-IR dan SEM. Pada pengujian antibakteri digunakan nanopartikel perak dengan penambahan PVA 5%. Ukuran zona bening yang di dapatkan pada pengujian bakteri *E. coli* sebesar 11,2 mm dan untuk *S. Aureus* sebesar 13 mm. Kemudian pada pengujian antibakteri digunakan nanopartikel perak dengan penambahan konsentrasi PVA 5%. Ukuran zona bening yang di dapatkan pada pengujian bakteri *E. coli* sebesar 11,2 mm dan untuk *S. Aureus* sebesar 13 mm.

ARTICLE INFO

Received : 10 July 2023
Revised : 14 August 2023
Published : 01 September 2023
Keywords : Bioreductor, Betel Nut Skin, Nanoparticles, PVA, Antibacterial

ABSTRACT

Areca nut or Areca catechu L is a plant that has many benefits, one of which is as medicine. There is a secondary metabolite compound that makes areca nut shells a high potential bioreductor for synthesizing silver nanoparticles as an antibacterial. The silver nanoparticle synthesis process was carried out by adding a stabilizer in the form of polyvinyl alcohol (PVA) with varying concentrations of 1%, 3% and 5%. The results of the analysis in this study will be characterized using a UV-Vis Spectrophotometer, XRD, FT-IR and SEM. In the antibacterial test used silver nanoparticles with the addition of 5% PVA. The clear zone size obtained in the E.coli bacteria test was 11.2 mm and for S. Aureus it was 13 mm. Then in the antibacterial test used silver nanoparticles with the addition of 5% PVA concentration. The size of the clear zone obtained in the E.coli bacteria test was 11.2 mm and for S. Aureus it was 13 mm.

1. PENDAHULUAN

Pinang atau *Areca catechu L* adalah tanaman yang sangat mudah di temukan di Indonesia. Banyak sekali manfaat yang di dapatkan dari tanaman pinang yaitu bisa dijadikan sebagai bahan kontruksi, bahan kerajinan, komoditas ekonomi dan juga bisa sebagai obat. Kulit pinang mengandung hemiselulosa (35-64,8 %), lignin (13 – 26 %), pektin dan protopektin [15]. Hasil analisis metabolisme yang di peroleh kulit pinang memiliki 65,41% kadar air; 34,59% bahan kering; 2,22% protein; 0,15% lemak; 47,02% serat kasar; 0,28% Ca; 0,36% P; dan energi termetabolisme 2.495 kkal/kg [11]. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit pinang menunjukkan adanya senyawa tanin, flavonoid, saponin dan alkaloid. Pada ekstrak kulit pinang senyawa flavonoid termasuk ke dalam golongan terbesar dalam senyawa polifenol yang dapat menekan kerusakan jaringan oleh radikal bebas dengan cara menghentikan reaksi di awal sehingga atom hidrogen dapat di donorkan pada radikal bebas [19].

Banyak sekali metode yang dapat dilakukan untuk mensintesis nanopartikel perak. Namun untuk mensintesis nanopartikel perak yang ramah lingkungan dapat menggunakan metode *green chemistry*. Sintesis ini dilakukan lewat jalur biologis dengan desain material yang di sebut dengan biosintesis. Pada tanaman banyak sekali ketersediaan fitokimia dan sifat antioksidanya yang membuat tanaman jauh lebih diminati untuk dijadikan biosintesis nanopartikel perak [2]. Nanopartikel perak yang akan disintesis biasanya akan mengalami agregasi, sehingga ukuran yang dihasilkan akan berukuran besar. Untuk mencegah terjadinya agregasi, maka pada penelitian ini akan dilakukan dengan penambahan material pelapis yang berfungsi untuk menstabilkan ukuran nanopartikel perak seperti polivinil alkohol (PVA) [1]. Pada biosintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak tumbuhan terjadi reaksi reduksi oksidasi yang membentuk ion Ag^+ menjadi Ag^0 . Enzim dan reduktan memiliki kandungan ion Ag^+ . Gugus fungsi yang berada dalam senyawa metabolit sekunder akan mendonorkan senyawa elektron pada ion Ag^+ sehingga nanopartikel perak akan terbentuk. proses yang terjadi tidak lepas dari senyawa yang berperan dalam reduksi kimia. Senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid, keton, aldehida, asam karboksilat dan aldehida [13].

Nanopartikel perak memiliki sifat antibakteri sehingga banyak sekali digunakan pada peralatan seperti cat, perban, kosmetik, plastik dan masih banyak lagi. Sifat anti bakteri yang dimiliki oleh nanopartikel perak dapat di pengaruhi oleh ukuran partikelnya, dimana semakin kecil ukuran nanopartikel perak, maka semakin besar pula efek antibakterinya [6] hal ini dapat meningkatkan kontak pada bakteri atau jamur, dan juga dapat meningkatkan efektivitas bakterisida dan fungisida [14]. Keterbaruan pada penelitian ini yaitu terdapat adanya penambahan pva yang di campurkan ketika proses sintesis nanopartikel perak dengan berbagai konsentrasi yang mana polivinil alkohol (pva) berfungsi sebagai stabilizer.

2. METODE

2.1 Alat dan bahan

Ala Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Kulit buah pinang (*Areca catechu L*), *reagen dragendorff*, 0,1 g sebuk Mg, 5 tetes HCl 2M, FeCl 5%, *reagen Lieberman Burchard*, perak nitrat ($AgNO_3$ 99%), *Polyvinyl Alcohol* (Merck), aquades steril, pelarut etanol 70%, Nutrien Agar (NA), Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, seperangkat alat gelas standar (*merk pyrex*), pipet volume, pipet ukur, Spektrometer UV-Vis (*aquamet 7100*), instrumen SEM, instrumen XRD, rotary evaporator (*heidolph*), botol sampel, kertas saring Whatmant No 1, hot plate (*faithful*), oven (*memmert*), blender (*phillips*), inkubator (*heraeus*), labu ukur, batang pengaduk, jarum ose, cawan petri, gelas objek, plat tetes, sudip, lampu spiritus, corong buchener, mortal dan alu.

2.2 Preparasi Sampel

Kulit buah pinang dibersihkan terlebih dahulu, kemudian di keringkan dengan cara di angin anginkan selama 7 hari. Potong kecil kecil kulit pinang lalu haluskan dengan menggunakan blender, dan di ayak dengan ayakan 30 *mesh* setelah itu timbang kulit pinang sebanyak 100 g.

Kemudian sebanyak 20g kulit pinang yang sudah halus dimaserasi dengan larutan etanol 70% sebanyak 200 mL. Proses maserasi dilakukan selama 3 x 24 jam. Lalu dilakukan dekantasi dan disaring menggunakan corong *Buchner* dengan di lapiasi kertas saring whatman No. 1 [21].

2.3 Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan secara kualitatif yang mengacu pada [9] bertujuan untuk melakukan identifikasi metabolit sekunder. Golongan metabolit sekunder yang akan diuji yaitu alkaloid, fenolik, flavonoid dan triterpenoid.

2.4 Sintesis Nanopartikel Perak

Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan metode reduksi. Berdasarkan metode [20] dilakukan dengan cara mereaksikan 50 mL bioreduktor ekstrak kulit buah pinang yang diekstraksi menggunakan larutan etanol, kemudian di tambahkan 200 mL larutan AgNO_3 dengan konsentrasi 0,05 M serta 60 mL PVA dengan variasi konsentrasi 1%, 3%, dan 5%. Kemudian di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu ruang. Indikator terbentuknya nanopartikel perak secara visual adalah dengan di tandai perubahan warna larutan menjadi kuning hingga kecoklatan

2.5 Pengujian Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri nanopartikel perak mengacu pada prosedur yang dikembangkan oleh [10]. Jenis bakteri yang digunakan adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pengujian aktivitas antibakteri secara kualitatif dilakukan dengan metode difusi cakram. Pengujian dilakukan dengan mengambil 1 - 2 mL Ag nanopartikel untuk uji aktivitas antibakteri. Kemudian ditempelkan pada permukaan media NA (*nutrient agar*) yang telah ditumbuhi bakteri uji *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Sebagai kontrol positif kertas cakram direndam dengan antibiotik tetrasiklin dan dilakukan pengujian terhadap bakteri yang sama. Kontrol negatif dilakukan menggunakan larutan ekstrak yang ditambah air. Daya hambat diketahui dengan adanya zona bening yang timbul disekitar kertas cakram. Sedangkan penentuan aktivitas antimikroba secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung persentase reduksi biakan bakteri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Ekstrak

Pada proses pembuatan ekstrak dilakukan menggunakan metode maserasi karena metode maserasi lebih sederhana, relatif lebih mudah pengerjaannya, lebih murah, tidak memerlukan peralatan yang banyak dan tanpa melalui proses pemanasan, sehingga kemungkinan rusaknya komponen senyawa kimia yang akan diuji dapat diminimalisir [8]. Kulit pinang yang telah di potong dan di gerus halus diambil sebanyak 100 gr yang di rendam dengan pelarut etanol 70 gr sebanyak 1000 mL. Proses maserasi ini dilakukan selama 3 x 24 jam. Kemudian didekantasi dan disaring dengan menggunakan corong *buchner* yang telah di lapiasi dengan kertas saring whatman hingga memperoleh ekstrak yang diinginkan. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol 70%. Alasan pemilihan pelarut etanol 70% ini karena etanol dapat menarik senyawa aktif yang lebih banyak di bandingkan jenis pelarut organik lainnya. Selain itu, etanol merupakan pelarut yang bersifat universal, sehingga dapat menarik sebagian besar senyawa yang bersifat polar dan non polar pada bahan. Pada proses perendaman bahan akan terjadi pemecahan dinding sel dan membran sel dengan bagian dalam sel sehingga metabolit sekunder yang ada di sitoplasma akan pecah dan terlarut pada pelarut organik yang digunakan [16].

Metabolit sekunder adalah senyawa metabolit yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme dan ditemukan dalam bentuk yang berbeda-beda dan unik antara spesies yang lainnya [7]. Hasil positif pada uji skrining fitokimia ini menunjukkan bahwa ekstrak dan fraksi kulit pinang menunjukkan adanya senyawa alkaloid, flavonoid, dan fenolik. Senyawa flavonoid pada ekstrak dan

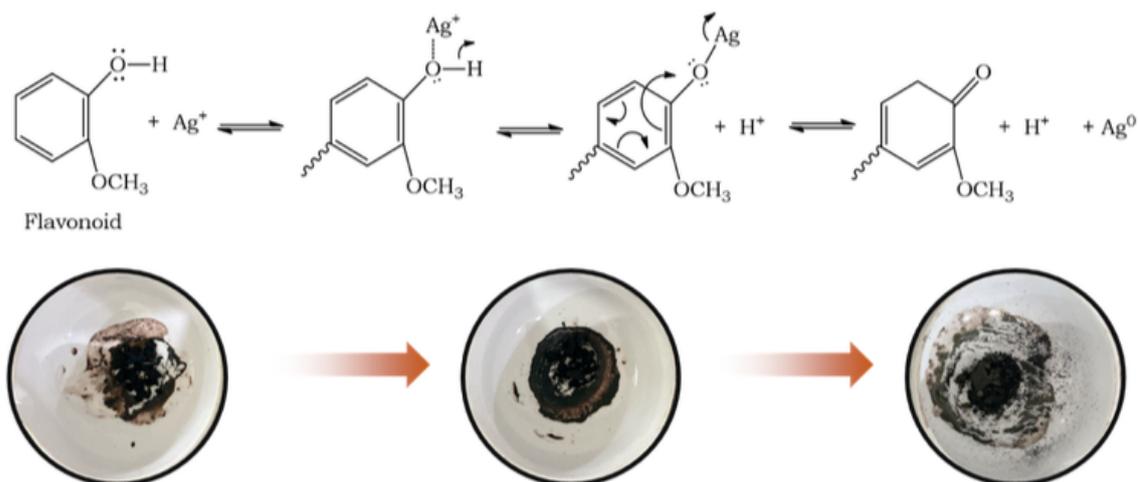
fraksi kulit pinang merupakan golongan terbesar dari senyawa fenolik yang dapat mendonorkan atom hidrogen kepada senyawa radikal bebas, dengan menghentikan tahap awal reaksi. Sehingga flavonoid dapat menekan kerusakan jaringan oleh radikal bebas [19]. Senyawa flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu dan biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan [12]. Hasil positif pada uji skrining fitokimia dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I. Hasil positif pada uji skrining fitokimia

No	Identifikasi senyawa	Hasil	Keterangan
1	Alkaloid	Berwarna jingga (+)	Terbentuknya emdapan merah hingga jingga
2	Flavonoid	Timbulnya busa (+)	Terbentuknya buih, dan warna menjadi jingga
3	Saponin	Tidak berbusa (-)	Terbentuknya bisa yang stabil
4	Steroid	Tidak berubah warna biru (-)	Terbentuknya warna biru atau hijau
5	Fenolik/ tanin	Kuning kecoklatan (+)	Terbentuknya warna hijau kehitaman
6	Triterpenoid	Berwarna jingga (+)	Terbentuknya warna ungu atau jingga

3.2 Sintesis Nanopartikel Perak

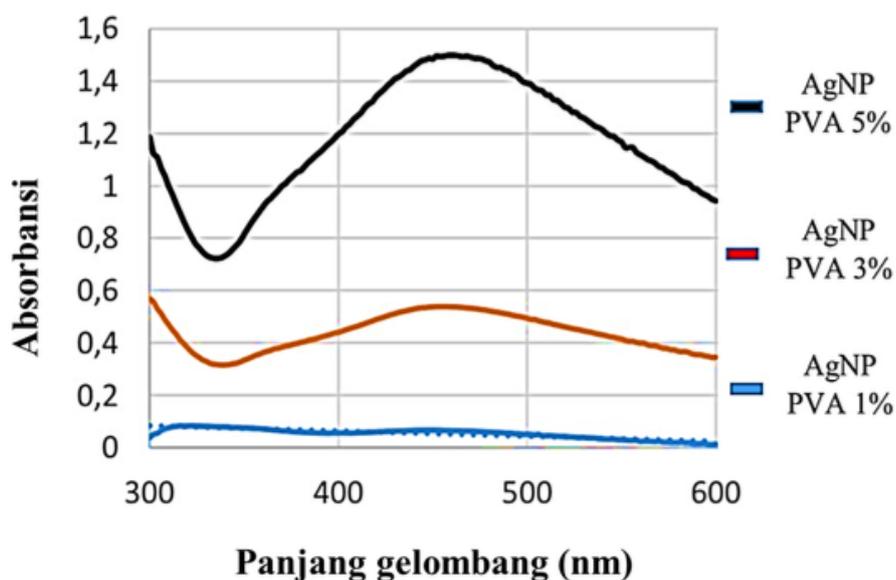
Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada kulit pinang dapat membantu proses terbentuknya Ag nanopartikel. Salah satu indikator terbentuknya Ag nanopartikel perak pada saat disintesis ialah ditandai dengan adanya perubahan warna dari kuning menjadi kecoklatan dimana ini merupakan proses terjadinya reduksi ion perak. Dilakukan pengadukan selama kurang lebih 2 jam yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dan juga dapat mencegah terjadinya agregasi antar nanopartikel yang menjadikannya terdistribusi merata. Selain itu dapat juga membuat larutan menjadi homogen [4]. Pada penelitian ini digunakan perak nitrat (AgNO_3) 0,05M sebagai sumber Ag nya. Perak nitrat ini kemudian direaksikan dengan ekstrak kulit pinang dengan pelarut etanol. Konsentrasi optimum dari larutan AgNO_3 yang digunakan adalah 0,05M dimana larutan AgNO_3 dengan konsentrasi ini dapat menghasilkan rendemen yang besar. Penambahan PVA sebagai penstabil ini berfungsi untuk mencegah agar tidak terjadi agregasi nanopartikel. PVA merupakan polimer yang dapat menghalangi terjadinya aglomerasi dan proses oksidasi yang tidak diinginkan [20]. Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan variasi konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 1%, 3%, 5%. Menurut [29] semakin tinggi konsentrasi PVA yang digunakan ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil. Adapun mekanisme pembentukan nanopartikel perak oleh flavonoid dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa ion Ag^+ dan senyawa polifenol mengalami reaksi reduksi dengan ion Ag^+ berperan sebagai reaktan dan senyawa polifenol sebagai katalis. Senyawa polifenol mengalami perubahan gugus dari gugus R-OH menjadi gugus R-O⁻ lalu membentuk gugus RO-Ag dengan mengikat ion Ag^+ . Reaksi yang terjadi akan mengalami pemutusan rantai polifenol karena ion Ag^+ yang terikat dan terlepas sehingga dapat membentuk senyawa ag nanopartikel [3]. Pada sintesis nanopartikel perak terjadi pembentukan polimer perak dan kemudian terhidrolisis membentuk inti perak [5] dimana inti perak yang muncul berada dalam kondisi yang jenuh sehingga menyebabkan terbentuknya koloid.



Gambar 1. Mekanisme Pembentukan Nanopartikel Perak.

3.3 Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi dari koloid nanopartikel perak menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilihat pada rentang panjang gelombang 200-800 nm dengan. Pada pengujian menggunakan Spektrofotometer UV-Vis terdapat perbedaan grafik di setiap konsentrasi PVA yang dapat dilihat pada Gambar 2.



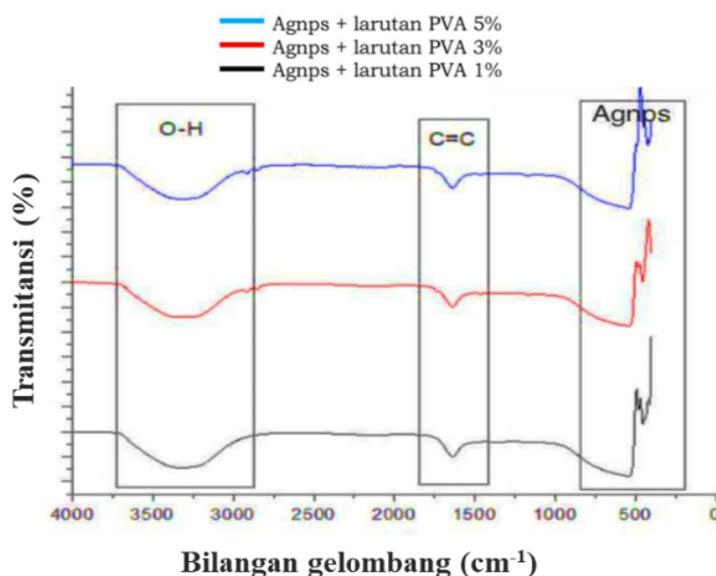
Gambar 2. Grafik UV-Vis nanopartikel perak.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa nilai absorbansi semakin bertambah seiring dengan meningkatkannya konsentrasi PVA. Hasil pengukuran UV-Vis nanopartikel perak dengan serapan maksimum dari sampel hasil sintesis dengan konsentrasi PVA yang berbeda yaitu PVA 1%, 3% dan 5% masing-masing pada nilai absorbansi 0,06728 pada panjang gelombang maksimal 448 nm, pada penambahan PVA 3% memiliki nilai absorbansi sebesar 0,53811 yang berada dipanjang gelombang maksimal 456 nm. Untuk nanopartikel dengan penambahan PVA 5% memiliki nilai absorbansi 1,49814 yang berada dipanjang gelombang maksimal 460 nm. Dari ketiga sampel diatas menunjukkan bahwa pembentukan nanopartikel perak dapat dikonfirmasi karena

melalui pembentukan kurva *plasmon resonance* (SPR) yang spesifik untuk nanopartikel perak diantara panjang gelombang 400-500 nm. SPR yang diamati pada perubahan Ag^+ menjadi Ag^0 diakibatkan pergeseran hiperkromik yang disebabkan oleh perubahan efek struktur intramolekul yang disebabkan dengan pelepasan satu molekul proton. Delokalisasi Ag^0 menghasilkan energi resonansi yang terbaca dalam bentuk serapan atom. karena pada serapan 400 – 500 nm merupakan panjang gelombang yang spesifik untuk Ag^0 . Sehingga terjadinya perubahan $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}^0$ dapat dengan mudah diamati menjadi kontrol bagi pembentukan nanopartikel perak [22]. Absorpsi cahaya tampak dapat mengakibatkan terjadinya elektron elektron dari orbital dasar berenergi lebih tinggi yang di sebut dengan transisi hasil elektron [4].

3.4 *Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR)*

Sampel hasil biosintesis nanopartikel perak kulit pinang dengan penambahan variasi PVA yang masih berbentuk larutan di siapkan untuk dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)* yang berfungsi untuk menunjukkan gugus fungsi yang terdapat pada sampel. Gambar 3 menunjukkan serapan gugus fungsi yang terkandung dari nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1%, 3% dan 5%. Masing masing gugus fungsi memiliki bilangan gelombang yang berbeda sesuai dengan kemampuan gugus fungsi yang menyerap energi dari infra merah. Hasil pengujian karakterisasi FTIR diperlihatkan pada Gambar 3.



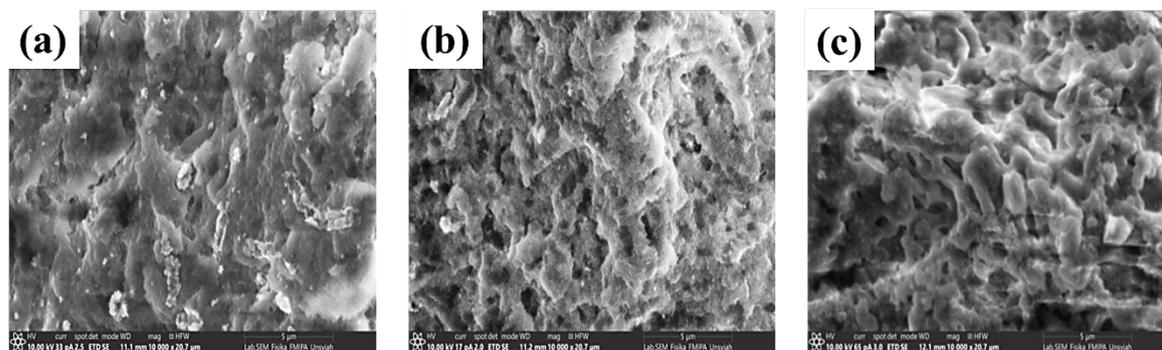
Gambar 3. Hasil analisis FTIR Nanopartikel perak.

Pengujian FT-IR pada nanopartikel perak kulit pinang menunjukkan hasil puncak spektrum di rentang wilayah 400 – 4000 cm^{-1} . Terjadinya proses oksidasi akibat dari proses reduksi nanopartikel perak akan mengakibatkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang yang menunjukkan bahwa telah terjadi interaksi antara gugus fungsi dengan nanopartikel perak [18]. Gugus fungsi yang terdeteksi akan muncul dengan adanya puncak-puncak pada spektrum FT-IR. Kurva hasil nanopartikel perak yang terbentuk umumnya berada pada frekuensi 400 – 500 cm^{-1} . Terjadinya pergeseran bilangan gelombang menunjukkan bahwa telah terjadi interaksi antara Ag nanopartikel dengan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bioreduktor yang menunjukkan adanya senyawa metabolit yang berperan dalam mereaksikan ion Ag^+ menjadi Ag^0 [23].

3.5 *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Serbuk Nanopartikel perak hasil sintesis selanjutnya dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Analisis SEM bertujuan untuk mengetahui bentuk morfologi dan

kecenderungan nanopartikel perak untuk beragregasi. Hasil analisis dari *Scanning Electron Microscopy* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil analisis SEM (a) AgNP PVA 1% perbesaran 10.000x, (b) AgNP PVA 3% perbesaran 10.000x, dan (c) AgNP PVA 5% perbesaran 10.000x.

Data pemindaian dengan SEM selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan aplikasi *Image-J* dan *OriginLab 8.5* untuk menentukan ukuran partikel yang terbentuk dari nanopartikel perak. Penggunaan *Image-J* dalam analisis gambar digital telah digunakan secara luas dalam bidang kesehatan dan biologi. Ukuran pixel gambar mempengaruhi nilai skala terkecil yang dapat diukur dan menyebabkan penyimpangan besar pada ukuran rata-rata partikel. Analisis partikel menggunakan *Image-J* menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang didapatkan dibandingkan dengan menggunakan PSA adalah rata-rata sebesar 88,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa analisis partikel menggunakan *Image-J* cukup relevan untuk digunakan sebagai media pengolahan gambar untuk analisis ukuran partikel yang didapat dari gambar SEM [28]. Secara morfologi dari pengamatan dengan menggunakan SEM pembentukan nanopartikel perak dengan konsentrasi AgNO_3 yang dipakai sebesar 0,05M telah terbentuk dengan permukaan yang dapat diamati yaitu seperti berbentuk bongkahan kecil-kecil dan berbentuk oval atau bulat (*Spherical*). Hasil SEM Nanopartikel perak menunjukkan bahwa morfologi dari nanopartikel perak memiliki struktur dengan permukaan yang halus dengan partikel yang tidak seragam. Dari hasil yang di dapatkan, ukuran partikel nya bisa diperkirakan kecil dari 100 nm. Hasil karakterisasi ini membuktikan bahwa perak yang dihasilkan memiliki ukuran nano seperti yang dihasilkan dari karakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Menurut [13] terdapat keberagaman dari ukuran partikelnya dimana nanopartikel perak yang dihasilkan memiliki ukuran yang bervariasi akibat efek dari agregasi nanopartikel dan memiliki partikel yang tidak seragam. Hal ini disebabkan karena agregasi nanopartikel perak yang dipengaruhi konsentrasi prekursor AgNO_3 dan kemurnian pereduksi.

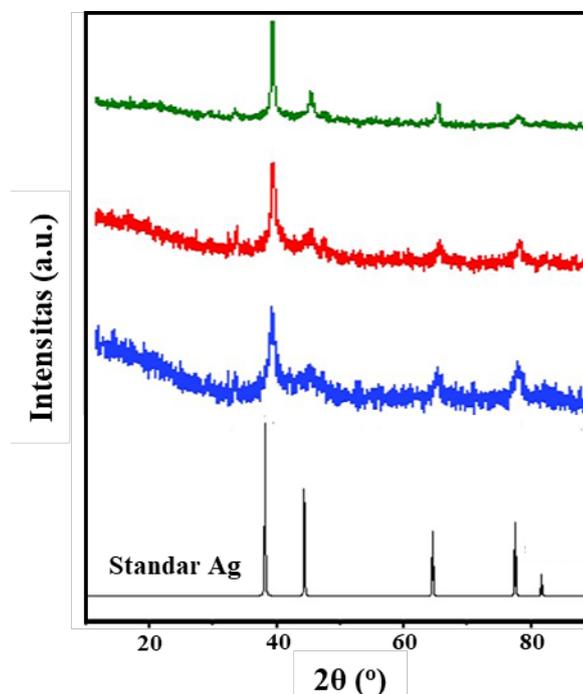
3.6 X-Ray Diffraction (XRD)

Terdapat puncak tajam yang di hasilkan dengan karakterisasi XRD. Tujuan dilakukan pengujian menggunakan XRD adalah untuk mendapatkan derajat kristanilitas. Data yang didapatkan dari hasil analisis XRD digunakan untuk menentukan ukuran partikel. Melalui data difraktogram dapat ditentukan ukuran kristal hasil sintesis dengan metode *Debye Scherrer*. Untuk menghitung ukuran partikel dapat ditentukan menggunakan persamaan *Scherrer* persamaan 1.

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Dimana λ = panjang gelombang sinar-X yang digunakan, dan θ = sudut difraksi, K = konstanta yang besarnya tergantung pada faktor bentuk kristal, bidang (hkl) difraksi, dan definisi besaran β

yang digunakan, apakah sebagai *Full Width at Half Maximum* (FWHM) atau Integral Breadth dari puncak [30]. Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan *scherrer* diperoleh rata-rata dari setiap ukuran dari berbagai konsentrasi nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1%, 3% dan 5% berturut-turut adalah 22,75nm, 22,83nm dan 22,63 nm.

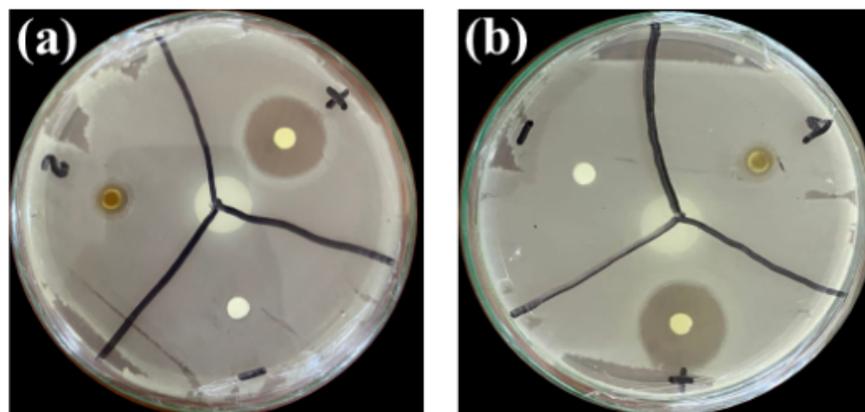


Gambar 5. Hasil Analisis XRD Nanopartikel perak.

Dari hasil yang didapatkan pada Gambar 5 adapun pola difraksi dari sampel nanopartikel perak dengan variasi penambahan 3 variasi PVA yang ditunjukkan dengan nilai 2θ adalah nanopartikel perak (1%): $38,02^{\circ}$; $43,93^{\circ}$; $64,32^{\circ}$; $77,27^{\circ}$. Kemudian nilai 2θ dari nanopartikel perak (3%): $38,23^{\circ}$; $44,27^{\circ}$; $64,61^{\circ}$; $77,50^{\circ}$. Dan yang ketiga yaitu nilai 2θ dari sampel nanopartikel perak 5% yaitu $38,10^{\circ}$; $44,24^{\circ}$; $64,46^{\circ}$; $77,37^{\circ}$. Sesuai dengan data JCPDS No. 01-087-0597 hasil yang didapatkan membentuk Ag nanopartikel dikarenakan terdapat pola difraksi yang sesuai dengan bidang hkl: (1 1 1), (2 0 0), (2 2 0), dan (3 1 1). Bidang hkl (Indeks Miller) merupakan bidang kisi kristal yang menyatakan sistem kristal suatu material. Dengan demikian didalam sampel telah terbentuk nanopartikel perak dengan struktur *Face Center Cubic* (FCC). Dari ketiga data tersebut diperoleh Ag nanopartikel dengan penambahan konsentrasi PVA 5 % memiliki ukuran partikel lebih kecil di bandingkan dengan yang lain. Hal ini terjadi karena penambahan Stabilisator berperan untuk mengontrol ukuran nanopartikel perak. Rantai-rantai polimer PVA yang di sekeliling partikel Ag^{+} dan Ag^{0} menghambat perkembangan dan nukleasi partikel secara sterik sehingga PVA mampu mempertahankan ukuran partikel dan tidak mudah beraglomerasi membentuk ukuran yang lebih besar [17].

3.7 Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan mengamati zona hambat disekitar kertas cakram yang terdapat pada media bakteri. Uji dilakukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Pada pengujian antibakteri yang dilakukan hanya menggunakan nanopartikel dengan penambahan konsentrasi PVA 5% dikarenakan dari hasil sintesis yang di dapatkan, nanopartikel dengan penambahan PVA 5% merupakan hasil yang paling baik dan memiliki ukuran partikel yang paling kecil. Hasil penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 6.

Gambar 6. Pengujian antibakteri (a) *E. Coli* dan (b) *S. Aureus*.

Dari hasil yang didapatkan terdapat zona bening disekitaran kertas cakram yang menandakan bahwa hasil dari sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak kulit pinang dengan penambahan konsentrasi PVA 5% memiliki potensi sebagai antibakteri. Menurut [24] luas ukuran zona bening yang terbentuk menunjukkan kekuatan daya hambat. Semakin besar zona bening yang dihasilkan maka daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri juga semakin kuat.

TABEL II. Perbandingan pengujian antibakteri dengan bioreduktor menggunakan ekstrak yang berbeda.

No	Sampel	Diameter zona (mm)		Ref.
		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	
1	Ekstrak Kulit Pinang	11,2	13	Saat ini
2	Ekstrak Daun Nipah	10,5	9,3	[3]
3	Ekstrak Daun Pelawan	12,95	12,10	[25]
4	Ekstrak Biji Jarak Pagar	11,11	9,01	[26]
5	Ekstrak Daun Cemmam	6,67	7	[27]

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan hasil bahwa pada ekstrak kulit pinang pada pengujian bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki zona bening sebesar 13 mm dimana zona bening nya lebih besar daya hambat nya dari pada bakteri *Escherichia coli* yang memiliki zona bening sebesar 11,2 mm. Kekuatan antibakteri terbagi menjadi empat kategori yaitu daya hambat lemah yang berada pada diameter di <5 mm. Pada kategori daya hambat sedang memiliki diameter di ukuran 5 – 10 mm. Untuk daya hambat kuat memiliki diameter zona bening berukuran 10 – 20 mm. Dan kategori yang ke 4 adalah daya hambat sangat kuat dimana zona beningnya memiliki ukuran diameter lebih dari 20 mm. Nanopartikel perak dengan penambahan konsentrasi PVA 5% ini termasuk kedalam kategori daya hambat kuat baik pada pengujian bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* karena kedua nya memiliki zona bening berdiameter diatas 10 mm. Sebagai perbandingan, pengujian antibakteri dengan menggunakan bioreduktor dari ekstrak Daun Nipah [25] zona bening yang di miliki oleh bakteri *Escherichia coli* sebesar 10,5 mm sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki zona bening sebesar 9,3 mm. pada ekstrak daun pelawan, pengujian menurut [3] zona bening yang di miliki oleh bakteri *Escherichia coli* sebesar 12,95 mm sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki zona bening sebesar 12,10 mm. Pada bioreduktor ekstrak biji jarak pagar diameter penghambat optimum yang terjadi pada bakteri *Escherichia coli* sebesar 11,11 mm sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki zona bening sebesar 9,01 mm [26]. Pada sampel ekstrak daun cemmam diketahui memiliki kemampuan

sebagai antibakteri pada kategori sedang dengan rata rata penghambat untuk bakteri *Escherichia coli* yaitu 6,67 mm dan untuk bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 7 mm [27].

4. KESIMPULAN

Proses sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan bioreduktor kulit pinang (*Areca Catechu L.*) dilakukan dengan metode reduksi. Hasil karakterisasi nanopartikel perak menggunakan instrumen UV-VIS, XRD, SEM dan FTIR menunjukkan bahwa nanopartikel perak dengan penambahan penstabil PVA 5% memiliki hasil yang paling bagus di bandingkan dengan penambahan PVA 1% dan 3%. Nanopartikel perak memiliki sifat antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. Aureus*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jambi dan Laboratorium Instrumentasi dan Tugas Akhir Fakultas Sains dan Teknologi UNJA atas bantuannya dalam memfasilitasi alat dan tempat penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] E. Bae, H. J. Park, J. Park, J. Yoon, Y. Kim, K. Choi dan J. Yi, "Effect of Chemical Stabilizers in Silver Nanoparticle Suspensions on Nanotoxicity", *Bull Korean Chem Soc*, Vol. 14, no. 2, pp. 613 – 619, 2011
- [2] I. R. Bunghez, M. E. B. Patrascu, N. Badea, S. M. Doncea, A. Popescu dan R. M. Ion, "Antioxidant Silver nanoparticles green synthesized using ornamental plants", *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*. Vol. 11 no. 14, pp. 1016 – 1022, 2012.
- [3] V. A. Fabiani, F. Sutanti, D. Silvia dan M. A. Putri, "Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum Glaucum*) Sebagai Bioreduktor", *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, Vol. 1, no. 2, pp. 68 – 76, 2018.
- [4] N. Fajri, L. F. A. Putri, M. P. Prasetyo, N. Azizah, Y. Pratama dan N. C. A. Susanto, "Potensi Batang Pisang (*Musa Paradisiacal*) Sebagai Bioreduktor Dalam Green Sintesis Ag Nanopartikel", *Jurnal Penelitian Sains*, Vol. 24, no. 1, pp. 33 – 37, 2022.
- [5] I. Fatimah dan N. A. L. Mutiara, "Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa Pudica*) dan Iridiasi Gelombang Mikro", *Jurnal Molekul*, Vol. 11 no. 2, pp. 288 – 298, 2016.
- [6] M. G. Guzman, D. Jean dan G. Stephan, "Synthesis of perak nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity", *International Journal of chemical and biomolecular engineering*, Vol. 2 no. 3, pp. 1 – 11, 2009.
- [7] F. Handayani, R. Sundu dan H. N. Karapa, "Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Biji Pinang (*Areca Catechu L.*) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar Pada Kulit Punggung Mencit Putih Jantan (*Mus Musculus*)", *Jurnal Ilmiah Manuntung*, Vol. 2 no. 2, pp. 154 – 160, 2016.
- [8] N. Hasanah dan D. R. Novian, "Analisis Ekstrak Etanol Buah Labu Kuning (*Cucurbita Moschata D.*)", *Jurnal Poltek Tegal*, Vol. 9 no. 1, pp. 54 – 59, 2020.
- [9] N. Hidayah, A. H. Alimuddin dan Harlia. "Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Fitokimia dari Ekstrak Buah Pinang Sirih Muda dan Tua (*Areca Catechu L.*)", *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, Vol. 8 no. 2, pp. 52 – 60, 2019.
- [10] P. N. S. Holguin dan S. Y. R. Lopez, "Synthesis of Hydroxyapatite-Ag Composite as Antimicrobial Agent", *Dose-Response*, Vol. 18 no. 3, pp. 1 – 14, 2020.
- [11] Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia, *Analisis Kandungan Gizi dan Energi Termetabolisme Kulit Buah Pinang Fermentasi*, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang. 2018.
- [12] K. R. Markham, *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*, ITB, Bandung. 1988.

- [13] Y. Masakke, Sulfikar dan M. Rasyid, "Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana L.*)", *Jurnal Sainsmat*, Vol. 4 no. 1, pp. 28 – 41, 2015.
- [14] M. Montazer, H. Hajimirazababa, M. K. Rahimi dan S. Alibakhshi, "Durable Anti-Bacterial Nylon Carpet Using Colloidal Nano Perak", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol. 20 no. 4, pp. 96 -101, 2012.
- [15] K. J. Naveenkumar dan B. thippeswamy, "Isolation and Screening of potential cellulolytic fungsi from areca nut husk waste", *Research Article*, Vol. 8 no. 5, pp. 125 – 132, 2013.
- [16] A. E. Novitasari dan D. Z. Putri, "Isolasi dan Identifikasi Saponin Pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa Dengan Ekstraksi Maserasi", *Jurnal Sains*, Vol. 6 no. 12 pp. 10 – 14, 2016.
- [17] R. Patakpalvi, Z. Viranyi dan I. Dekany, "Kinetics of Silver Nanoparticle Growth in Aqueous Polymer Solution", *Colloid Polym Sci*, Vol. 283, pp. 299 – 305, 2004.
- [18] I. A. Payapo, M. Zakir dan N. H. Soekamto, "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Potensinya Sebagai Tabir Surya", *Skripsi*, Universitas Hasanuddin, 2016.
- [19] R. Petrina, A. H. Alimuddin dan Harlia, "Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Kulit Biji Pinang Sirih (*Areca Catechu L.*)", *Jurnal Mipa*, Vol. 6 no. 2, pp. 70 – 77, 2017.
- [20] A. L. Prasetiowati, A. T. Prasetya dan S. Wardani, "Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) sebagai Antibakteri", *Indonesia Journal Of Chemical Science*, Vol. 7 no. 2, pp. 160 – 166, 2018.
- [21] S. Rahim, Y. Saito, K. Miyake, M. Goto, C. H. Chen, G. Alam, S. M. Natschke, K. H. Lee dan K. Nakagawa-Goto, "Kleinhospitine E and Cycloartane Triterpenoids from *Kleinhovia Hospita*", *Journal Nat Prod*, Vol. 81 no. 7, pp. 1619 – 1627, 2020.
- [22] Suryono dan A. Mubarakah, "Bioreduksi Limbah AgNO₃ Sisa Proses Pewarnaan Perak (*Silver Staining*) dengan Menggunakan Eksopolisakarida *Bacillus Subtilis*", *Indonesian Journal of Laboratory*, Vol. 2 no. 3, pp. 27 – 34, 2020.
- [23] P. Taba, N. Y. Paramitha dan S. Kasim, "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan", *Indonesian Journal of Chemistry Research*, Vol. 7 no. 1, pp. 51 – 60, 2019.
- [24] T. Wahyudi, D. Sugiyana dan Q. Helmy, "Sintesis Nanopartikel Perak dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus*", *Jurnal Arena Tekstil*, Vol. 26 no. 1, pp. 55 – 60, 2011.
- [25] F. A. Zahra, N. Naspiah, L. Febrina dan R. Rusli, "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Metanol Daun Nipah (*Nypa fruticans*) Sebagai Agen Antibakteri", *Jurnal Sains dan Kesehatan*, Vol. 2, no. 3, pp. 166 – 170, 2020.
- [26] A. N. Nalawati, N. E. Suyatma dan D. I. Wardhana, "Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) dengan Bioreduktor Ekstrak Biji Jarak Pagar dan Kajian Aktivitas Antibakterinya", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. 32 no. 2, pp. 98 – 106, 2021.
- [27] G. A. P. P. Purnamasari, G. A. D. Lestari, K. D. Cahyadi, N. K. Esati dan I. K. Suprihatin, "Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Air Daun Cemmem (*Spondias pinnata*) dan Aktivitas Sebagai Antibakteri", *Indonesian Journal of Applied Chemistry*, Vol. 9 no.2, pp.75 – 80, 2021.
- [28] C. Kurniawan, T. B. Waluyo dan P. Sebayang, "Analisis Ukuran Partikel Menggunakan Free Software Image-J", *Seminar Nasional Fisika*, Serpong, 2011.
- [29] N. A. T. Nisa, D. E. Pratiwi dan Maryono, "Pengaruh Penambahan Polivinil Alkohol (PVA) terhadap Karakteristik Nanopartikel Perak Hasil Sintesis Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)", *Jurnal Chemica*, Vol. 21 no.2, pp. 173 – 183, 2020.
- [30] B. Cullity and S. Stock, "Elements of X – Ray Diffraction, prentice Hall," *Upper Saddle River, NJ*, p. 388, 2001.