

IDENTIFIKASI PENGARUH VARIASI UKURAN BUTIRAN TERHADAP UNSUR DAN STRUKTUR KRISTAL CANGKANG TELUR AYAM RAS DENGAN MENGGUNAKAN X-RAY FLUORESCENCE DAN X-RAY DIFRACTION

¹Musfirah CF Toana, ²Elda Rayhana, dan ³Sukmawati

^{1,2,3}Jurusan Fisika Material Dan Energi, Universitas Tadulako,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Sains dan Teknologi Nasional

e-mail : ¹fira.toana@gmail.com, ²elda.rayhana@gmail.com,
³cukmaacute@yahoo.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian terhadap serbuk limbah cangkang telur ayam ras menggunakan variasi ukuran butiran dengan ayakan 72 mesh, 85 mesh, 100 mesh, 120 mesh dan 150 mesh dan pembakaran dengan suhu 200°C. Karakterisasi cangkang telur ayam ras dengan menggunakan XRF menjelaskan adanya unsur Ca sebesar 95,6029% dan hasil karakterisasi XRD menunjukkan adanya struktur kristal CaCO₃ dengan sistem kristal yang terbentuk berupa rhombohedral dengan nilai konstanta kisi $a=b=3,516 \text{ \AA}$, $3,500 \text{ \AA}$, $3,522 \text{ \AA}$, $3,519 \text{ \AA}$ dan $3,505 \text{ \AA}$ dan $c=12,180 \text{ \AA}$, $12,125 \text{ \AA}$, $12,127 \text{ \AA}$, $12,199 \text{ \AA}$, $12,190 \text{ \AA}$ dan $12,142 \text{ \AA}$, grup ruang R_3c dan orientasi bidang difraksi (hkl) pada ($^{\circ}2\theta$) $34,325^{\circ}$, $34,110^{\circ}$, $34,135^{\circ}$ dan $54,275^{\circ}$. Hasil karakterisasi XRD dengan metode variasi ukuran butiran terhadap hasil pencocokan PCDFwin dan hasil perhitungan secara teori menunjukkan perbedaan hasil dengan nilai range mencapai $0,2 \text{ \AA}$.

Kata Kunci : Cangkang telur, variasi ukuran butiran, ayakan 72 mesh, 85 mesh, 100 mesh, 120 mesh dan 150 mesh, CaCO₃, XRF, XRD dan PCDFwin.

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat telah memaksa riset dalam segala bidang ilmu dan teknologi untuk terus berinovasi tak terkecuali teknologi dalam pemanfaatan limbah dan sampah (Djaja, 2008). Potensi limbah cangkang atau kerabang telur di Indonesia cukup besar, yakni dalam setahun menghasilkan 178.566,33 ton. Cangkang telur dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena sulit didegradasi oleh mikroba tanah (Pramesti, 2011).

Metode alternatif untuk memproses dan menggunakan cangkang telur dengan cara yang bermanfaat bagi lingkungan, misal dengan memproses material cangkang telur menjadi suatu bahan dasar yang dapat digunakan sebagai bahan sintesa pembuat material *Hydroxiapatite* (HAP) yang berfungsi sebagai pengganti tulang atau gigi pada manusia dengan menggunakan metode pembakaran (*solution combustion*) dan pengkarakterisasian menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan SEM (*Scanning Elektron Microscopy*) (Purwasasmita, 2009).

Secara umum untuk memperoleh senyawa kalsium (Ca) itu sangat mahal, olehnya itu dengan menggunakan limbah cangkang telur dari segi ekonominya diharapkan mampu menekan biaya produksi yang nantinya memberikan kemudahan bagi masyarakat melalui penyediaan biomaterial dengan harga yang relatif terjangkau atau murah (Ainurlaela, 2010). Sama halnya dengan tinjauan dari segi ekonomi, jika ditinjau dari segi industri, pemanfaatan limbah cangkang telur ini masih relatif sedikit, dimana pemanfaatannya itu masih sebatas sebagai kalsit untuk mensintesa senyawa-senyawa lain sehingga mampu berkombinasi menghasilkan suatu senyawa baru. Salah satu bentuk pengaplikasiannya yaitu dapat digunakan sebagai aplikasi bahan baku keramik dan bahan baku polimer, mengingat CaCO_3 itu sendiri dapat ditemui dalam jumlah yang besar di alam dan mudah untuk mengolahnya, meskipun membutuhkan waktu proses yang cukup lama (Rismana, 2003).

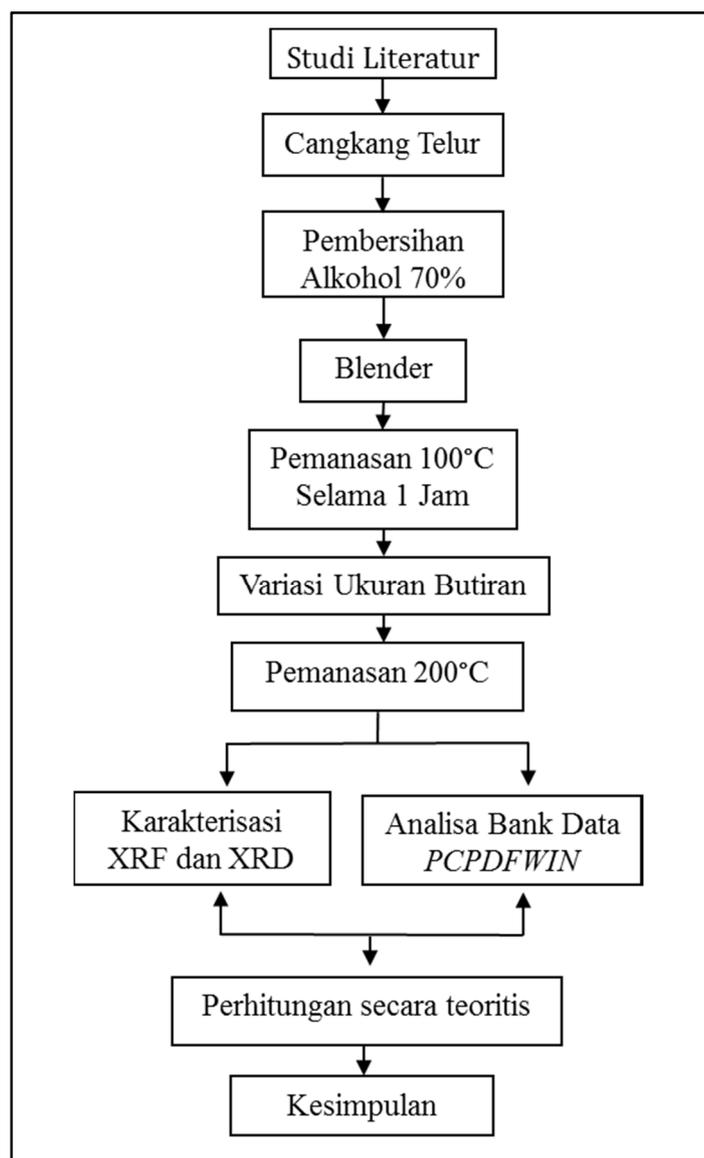
Tujuan Penelitian ini adalah dapat mengetahui pengaruh variasi ukuran butiran terhadap struktur kristal cangkang telur ayam ras dan mengidentifikasi unsur Ca dari cangkang telur ayam ras dengan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*).

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu, tahap penyiapan bahan uji yang dilaksanakan di laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, dan tahap karakterisasi bahan uji menggunakan XRF dan XRD yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Indonesia, Jakarta Pusat. Adapun waktu pelaksanaan yaitu pada bulan Februari sampai Agustus 2011.

Dalam tahap penyiapan bahan uji, material yang digunakan yaitu berupa serbuk cangkang telur ayam ras. Dalam pembuatan bahan uji menggunakan variasi ukuran butiran dengan ayakan *72 mesh*, *85 mesh*, *100 mesh*, *120 mesh* dan *150 mesh*, sedangkan untuk tahap karakterisasi bahan uji menggunakan alat XRF dan XRD untuk melihat unsur dan struktur kristal yang terbentuk dari variasi tersebut.

Diagram alir penelitian seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa X-Ray Fluorescence (XRF)

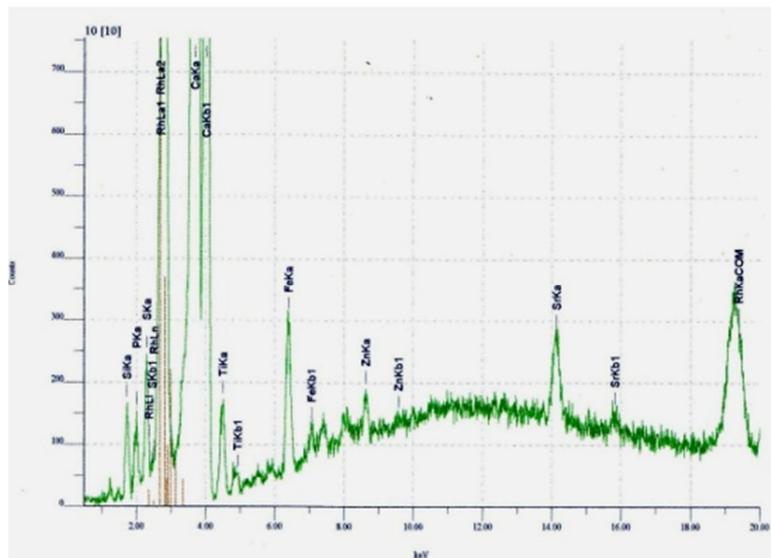
Pengujian XRF ini menggunakan spektrofotometri type Jeoul JSX3211 yang ada dilingkungan UI. Uji XRF ini bertujuan untuk melihat unsur yang terkandung dalam cangkang telur ayam ras.

Pada Tabel 1 memperlihatkan hasil karakterisasi XRF secara kuantitatif, dimana komposisi unsur Ca mempunyai nilai yang lebih besar dari unsur-unsur lainnya yang terdapat pada material cangkang telur, meliputi Si, P, S, Ti, Fe, Zn dan Sr. Hal ini dapat dijelaskan dari nilai *weight %* dan berat molekul yang diperoleh menunjukkan nilai tertinggi dari unsur lainnya.

Tabel 1. Hasil XRF Sampel Cangkang Telur Ayam Ras

| Atom | Chem.Formula | weight (%) | at/mole (%) |
|------|--------------|------------|-------------|
| 14 | Si | 0,693 | 0,994 |
| 15 | P | 0,277 | 0,359 |
| 16 | S | 0,338 | 0,424 |
| 20 | Ca | 95,603 | 95,988 |
| 22 | Ti | 1,200 | 1,008 |
| 26 | Fe | 1,238 | 0,892 |
| 30 | Zn | 0,229 | 0,141 |
| 38 | Sr | 0,422 | 0,194 |

Sedangkan secara kualitatif, dapat dilihat pada Gambar 1 berupa grafik pembentukan *peak* tiap unsur hasil karakterisasi XRF tersebut.

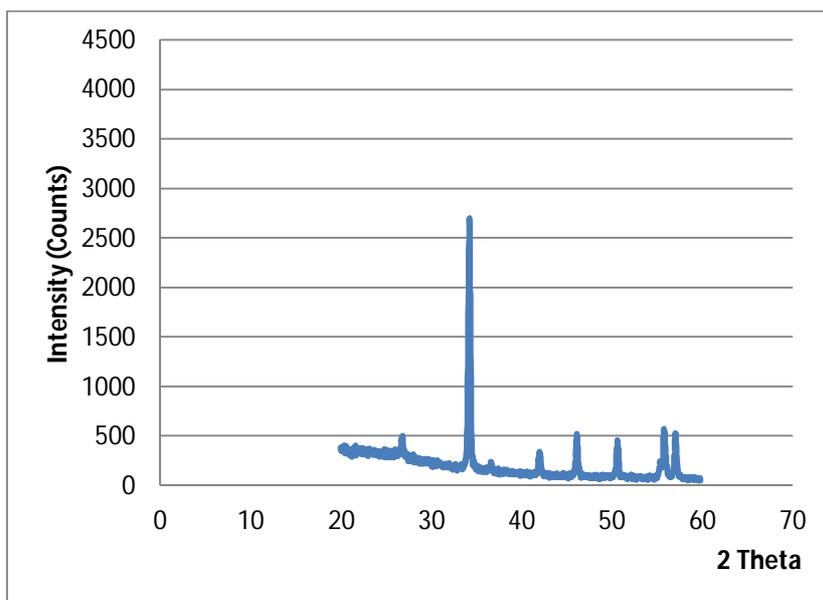
**Gambar 2. Grafik Pola XRF Cangkang Telur Ayam Ras**

Grafik pola karakterisasi XRF secara kualitatif dapat menjelaskan perubahan *peak* yang bervariasi. Dimana unsur Ca menunjukkan *peak* dengan intensitas yang paling tertinggi diantara unsur lainnya.

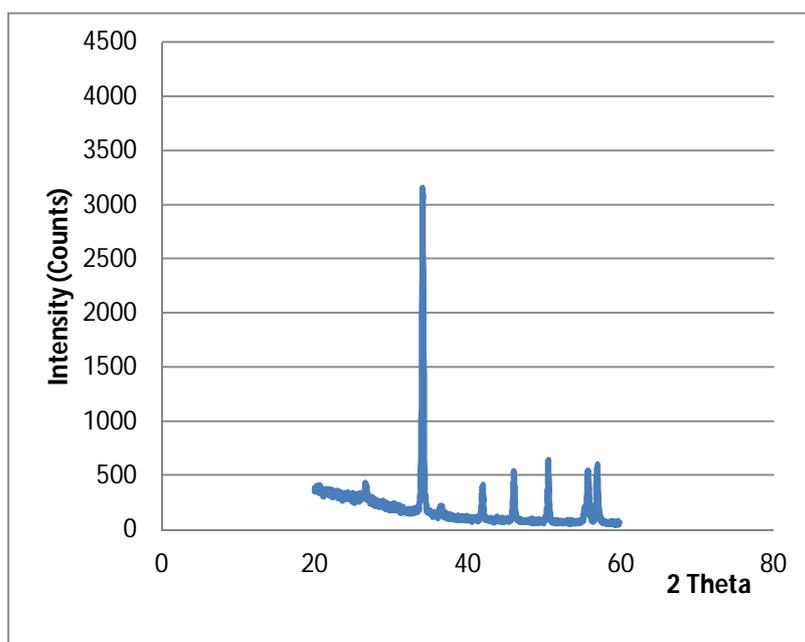
3.2 Analisa X-Ray Diffraction

Pengujian XRD ini menggunakan difraktometer type Philips PW3710/40 KV yang juga berada di lingkungan UI. Uji XRD bertujuan untuk mengetahui struktur kristal yang terbentuk dari masing-masing sampel beserta parameter-parameternya meliputi sistem kristal, konstanta kisi, bidang difraksi, dan grup ruang.

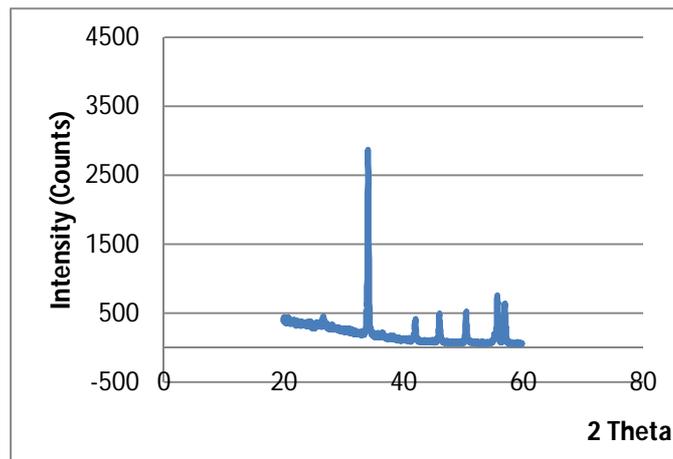
Pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 di bawah ini dapat dilihat perbandingan dari tiap grafik pola XRD yang diperoleh pada tiap sampel.



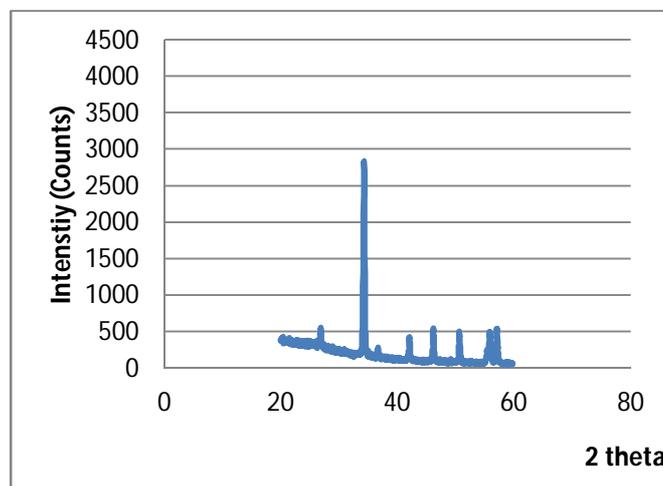
Gambar 3. Grafik Pola XRD Sampel Cangkang Telur Ayam Ras Ukuran Butiran Ayakan 72 mesh.



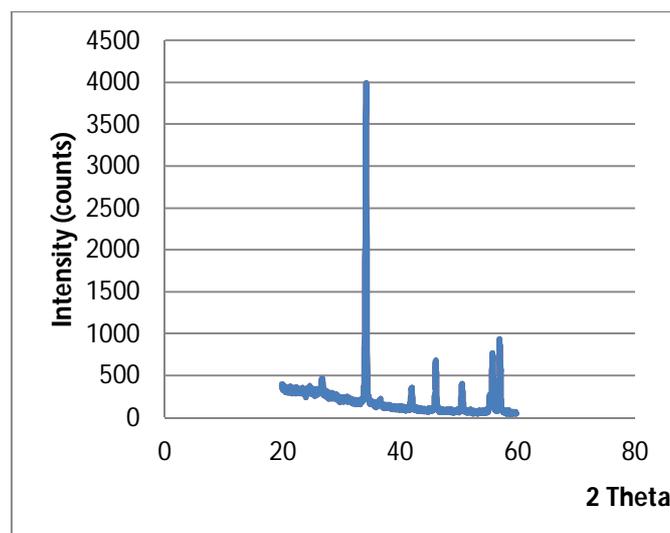
Gambar 4. Grafik Pola XRD Sampel Cangkang Telur Ayam Ras Ukuran Butiran Ayakan 85 mesh.



Gambar 5. Grafik Pola XRD Sampel Cangkang Telur Ayam Ras Ukuran Butiran Ayakan 100 mesh.



Gambar 6. Grafik Pola XRD Sampel Cangkang Telur Ayam Ras 120 mesh



Gambar 7. Grafik Pola XRD Sampel Cangkang Telur Ayam Ras Ukuran Butiran Ayakan 150 mesh.

Gambar 3, Gambar 4, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 menjelaskan pola *peak* yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relatif bervariasi sepanjang nilai 2θ . Dimana pertumbuhan *peak* dengan intensitas tertinggi dijelaskan pada nilai 2θ yang diperoleh dari tiap sampel yaitu 34,165 $^{\circ}$, 34,325 $^{\circ}$, 34,32 $^{\circ}$, 34,11 $^{\circ}$, 34,135 $^{\circ}$ dan 34,275 $^{\circ}$.

Adanya perbedaan nilai persentase dari intensitas relatif yang dihasilkan pada tiap sampel, menunjukkan bahwa hal tersebut tidak sampai mempengaruhi bentuk struktur kristal dari sampel cangkang telur ayam ras tersebut. Hal ini dapat dilihat dari hasil pencocokan bank data PCDFwin yang diperoleh, serta data pendukungnya dapat dilihat pada masing-masing gambar di atas yang dibuat dalam bentuk *counts* dengan skala range yang tertinggi mencapai 4.500 *counts*.

PCDFwin merupakan bank data yang berisi semua data hasil penelitian orang terhadap struktur kristal suatu material dan dari sekian data hanya terdapat 53 bank data yang sesuai dengan struktur kristal dari CaCO_3 . Dari hasil PCDFwin maka dapat diketahui nilai orientasi jarak antar bidang (d), konstanta kisi, grup ruang dan nama mineral dari suatu kristal serta yang paling penting yakni bentuk struktur kristal dari material tersebut. Bentuk struktur kristal dari cangkang telur ayam ras dengan senyawa CaCO_3 diperoleh sistem kristal rhombohedral dengan grup ruang untuk tiap sampel yang dihasilkan sama yaitu R_3c , dimana untuk tiap sampel mempunyai nilai orientasi bidang sebesar $[1\ 0\ 4]$, sedangkan untuk nilai parameter kisi berbeda-beda tiap sampel. Untuk sampel dengan variasi ukuran butiran menggunakan ayakan 85 *mesh* dan 100 *mesh* memiliki nilai konstanta kisi yang sama ($a=b= 4,995\ \text{\AA}$ dan $c= 17,06\ \text{\AA}$), sedangkan untuk sampel variasi ukuran butiran dengan ayakan 150 *mesh* dan 120 *mesh* juga memiliki nilai konstanta kisi yang sama ($a=b= 4,990\ \text{\AA}$ dan $c= 17,00\ \text{\AA}$) serta untuk sampel variasi ukuran butiran dengan ayakan 72 *mesh* memiliki nilai konstanta kisi ($a=b= 4,989\ \text{\AA}$ dan $c= 17,06\ \text{\AA}$).

Ukuran butiran yang lebih kecil akan menghasilkan sampel dengan pertumbuhan kristal yang lebih banyak, sehingga hal ini mempengaruhi intensitas senyawa dari sampel cangkang telur ayam ras. Hal ini berarti bahwa setelah melalui proses variasi ukuran butiran intensitas sampel akan semakin besar pula (Soesatyo, 2008).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Variasi ukuran butiran dengan ayakan 72 *mesh*, 85 *mesh*, 100 *mesh*, 120 *mesh* dan 150 *mesh* menunjukkan pergeseran pada beberapa pola *peak* sinar-X yang dihasilkan untuk tiap sampel dapat dilihat dari tinggi-rendah intensitas yang terbentuk pada grafik pola XRD, namun dari perubahan yang ada tidak menunjukkan perubahan struktur kristal dari CaCO_3 .
- 2) Hasil karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) terhadap material cangkang telur *weight %* yang tertinggi ditunjukkan pada unsur Ca dengan persentase sebesar 95,603 %.

- 3) Struktur kristal yang terbentuk menunjukkan sistem kristal rhombohedral dengan nilai konstanta kisi untuk sampel dengan variasi ayakan 85 *mesh* dan 100 *mesh* memiliki nilai konstanta kisi yang sama ($a=b= 4,995 \text{ \AA}$ dan $c= 17,06 \text{ \AA}$), sedangkan untuk sampel variasi ayakan 150 *mesh*, dan 120 *mesh* juga memiliki nilai konstanta kisi yang sama ($a=b= 4,990 \text{ \AA}$ dan $c= 17,00 \text{ \AA}$ serta untuk sampel variasi ayakan 72 *mesh* memiliki nilai konstanta kisi ($a=b= 4,989 \text{ \AA}$ dan $c= 17,06 \text{ \AA}$). Sedangkan untuk nilai bidang difraksi yang diperoleh untuk tiap sampel [1 0 4] dengan grup ruang R_{3c} .

4.2 Saran

Penelitian ini dilakukan dengan temperatur yang lebih tinggi, agar pembentukan struktur kristal lebih sempurna.

5. Daftar Pustaka

- Ainurlaela, (2009), *Penumbuhan Kristal Apatit dari Cangkang Telur Ayam dan Bebek Pada Kitosan dengan Metode Presipitas*, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Beckhoff, B., Kanngießer, B., Langhoff, N., Wedell, R., Wolff, H., (2006). *Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis*, Springer, [ISBN 3-540-28603-9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-28603-9).
- Djaja, W., (2008). *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak dan Sampah*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Pramessti. Reni., (2011). *Fabrikasi Komposit Kalsium Fosfat – Kitosan Untuk Aplikasi Orthopedic Dan Dental*, Universitas Airlangga, Malang.
- Purwasasmita, Bambang., (2009). *Sintesis Dan Karakterisasi Serbuk Hydroxyapatite Dari Kulit Telur Dengan Metode Solution Combustion*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Soesatyo, Boedi, (2008). *Standar Filter Untuk Kalibrasi Microplate*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rismana, E., (2003). “Serat Kitosan Mengikat Lemak”, *Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, Jakarta www.kompascybermedia/IPTEK