

UPAYA PENINGKATAN POTENSI SIRIH HIJAU, KURKUMIN, DAN BETA-GLUKAN MELALUI PENDEKATAN NANOTEKNOLOGI SEBAGAI AGP ALTERNATIF DI PETERNAKAN AYAM BROILER

IKHWAN WIRAHADIKESUMA



**PROGRAM STUDI ILMU BIOMEDIS HEWAN
PEMINATAN ILMU FAAL DAN KHASIAT OBAT
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Upaya Peningkatan Potensi Sirih Hijau, Kurkumin, dan Beta-glukan Melalui Pendekatan Nanoteknologi sebagai AGP Alternatif di Peternakan Ayam Broiler” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2025

Ikhwan Wirahadikesuma
B3601202001

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

IKHWAN WIRAHADIKESUMA. Upaya Peningkatan Potensi Sirih Hijau, Kurkumin, dan Beta-glukan Melalui Pendekatan Nanoteknologi sebagai AGP Alternatif di Peternakan Ayam Broiler. Dibimbing oleh WASMEN MANALU, AKHIRUDDIN MADDU dan HERA MAHESHWARI

Penelitian ini mengkaji secara mendalam aplikasi teknologi elektrospinning untuk pengembangan nanofiber berbasis polivinil alkohol (PVA) sebagai sistem penghantar senyawa aktif alami, yaitu zat di dalam sirih hijau (*Piper betle* L.), kurkumin, dan beta-glukan, yang bertujuan untuk meningkatkan performa pertumbuhan serta respons imun pada ayam broiler, sekaligus sebagai alternatif *antibiotic growth promoter* (AGP). Teknologi elektrospinning yang diterapkan berhasil dikembangkan dengan beberapa bagian alat seperti modul tegangan tinggi dan memanfaatkan komponen dari peralatan medis bekas, seperti *syringe pump* dan inkubator neonatal sehingga mencerminkan efisiensi ekonomi.

Penelitian ini berhasil merakit alat elektrospinning dari peralatan yang digunakan untuk menghasilkan serat nano PVA 10% yang mengandung ekstrak air sirih hijau/*Piper betle* L. dengan aktivitas antibakteri sedang (0,5 – 0,7 cm) pada patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Serat nano yang dihasilkan memiliki diameter rata-rata 46,48 nm dan puncak serapan utama O-H *stretching* pada gelombang 3428 cm^{-1} . PVA-*Piper betle* filamen nanofibernya menunjukkan potensi sebagai pembalut luka antibakteri, karena didukung oleh kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, tanin, dan minyak atsiri. Selain itu, sirih dari hasil beberapa penelitian pada ayam broiler terbukti berpotensi meningkatkan tinggi vili jejunum dan duodenum, mengurangi populasi bakteri patogen, serta meningkatkan bobot karkas, yang menunjukkan efektivitasnya sebagai fitobiotik alami dalam meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak.

Penelitian ini juga menginvestigasi potensi nanofiber polivinil alkohol (PVA) dan kurkumin sebagai alternatif AGP untuk meningkatkan performa pertumbuhan ayam broiler. Nanofiber PVA-kurkumin disintesis menggunakan metode elektrospinning dengan konsentrasi PVA yang bervariasi (5%, 10%, dan 15%). Karakterisasi menggunakan SEM dan FTIR menunjukkan morfologi nanofiber yang halus dengan diameter serat 100-135 nm, pita serapan lebar dan kuat pada rentang 3100–3500 cm^{-1} menunjukkan terjadinya ikatan hidrogen gugus hidroksil (-OH) kurkumin dan PVA. Selain itu, profil pelepasan kurkumin yang terkontrol/bertahap secara *in vitro*. Meskipun hasil uji performa pertumbuhan secara *in vivo* belum menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik antar kelompok perlakuan, data numerik menunjukkan tren positif berupa peningkatan bobot badan, konsumsi pakan, serta efisiensi konversi pakan (FCR). Uji *in vivo* selama 7 hari (dari umur 1-8 hari) pada ayam broiler menunjukkan peningkatan numerik pada bobot badan, konsumsi pakan, dan efisiensi pakan (FCR), meskipun tidak ditemukan perbedaan signifikan secara statistik antar perlakuan. Dengan demikian, nanofiber PVA-kurkumin memiliki prospek sebagai pengganti AGP yang aman dan ramah lingkungan di peternakan unggas.

Nanofiber PVA-beta glukan menunjukkan hasil paling optimal dibandingkan dengan formulasi lainnya, khususnya pada konsentrasi beta-glukan dua kapsul (400 mg), dengan diameter serat rata-rata sebesar 30,81 nm. Struktur permukaan nanofiber terlihat halus serta porositas yang optimal. FTIR pada sampel PVA-beta glukan menunjukkan beberapa pita serapan O-H *stretching* pada 3100–3500 cm^{-1} , C-H alifatik pada 2850–



3000 cm⁻¹. Suplementasi dengan formulasi ini menunjukkan peningkatan bobot badan tertinggi serta nilai FCR terbaik di antara perlakuan lainnya, sekaligus mampu menurunkan rasio heterofil/limfosit (H/L), yang merupakan indikator kuat penurunan stres fisiologis pada ayam broiler. Uji serologi juga menunjukkan peningkatan signifikan respons imun melalui peningkatan titer antibodi, memperkuat peran beta-glukan sebagai agen imunomodulator yang potensial untuk meningkatkan status kesehatan ayam broiler.

Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa ketiga pendekatan nanoteknologi berbasis PVA tersebut menawarkan solusi inovatif dan berkelanjutan sebagai alternatif efektif pengganti AGP dalam industri peternakan unggas. Integrasi zat aktif alami, seperti senyawa di dalam *Piper betle* L., kurkumin, dan beta-glukan dalam bentuk nanofiber tidak hanya efektif dalam meningkatkan performa pertumbuhan unggas, tetapi juga secara substansial memperkuat respons imun serta kesehatan ayam secara komprehensif. Secara implikatif, pendekatan ini menjanjikan prospek signifikan dalam mengurangi risiko resistansi antibiotik, meningkatkan keberlanjutan industri peternakan unggas, serta mendorong pengembangan nutrisi ternak yang aman, efektif, dan ramah lingkungan melalui teknologi nanofiber.

Kata kunci: Alternatif AGP, Beta-glukan, Broiler, Kurkumin, Nanoteknologi, Sirih Hijau



SUMMARY

IKHWAN WIRAHADIKESUMA. “Enhancing the Potential of Green Betel Leaf, Curcumin, and Beta-Glucan by Nanotechnology Approach as Alternative to Antibiotic Growth Promoters (AGPs) in Broiler Chicken Farming”. Supervised by WASMEN MANALU, AKHIRUDDIN MADDU, and HERA MAHESHWARI.

This research examines the use of elektrosinning technology to create polyvinyl alcohol (PVA) nanofibers for delivering natural active compounds—substances in green betel leaf (*Piper betle* L.), curcumin, and beta-glucan—to improve growth performance and immune response in broiler chickens as alternatives to antibiotic growth promoters (AGPs). The elektrosinning equipment was efficiently built using recycled medical devices, including syringe pumps and neonatal incubators, along with high-voltage modules.

This study successfully assembled an elektrosinning apparatus from repurposed equipment to fabricate 10% PVA nanofibers incorporating aqueous green betel (*Piper betle* L.) extract. The nanofibers demonstrated moderate antibacterial activity (0.5–0.7 cm inhibition zones) against pathogens including *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Characterization revealed an average fiber diameter of 46.48 nm and a prominent O-H stretching absorption peak at 3428 cm⁻¹. The PVA-*Piper betle* nanofiber filaments exhibit significant potential as antibacterial wound dressings, attributable to bioactive constituents such as flavonoids, phenolics, tannins, and essential oils. Furthermore, broiler studies substantiate betel's efficacy in enhancing jejunal and duodenal villus height, reducing pathogenic bacterial populations, and increasing carcass yield - confirming its utility as a natural phytobiotic for improving livestock health and productivity.

Concurrently, we investigated polyvinyl alcohol (PVA)-curcumin nanofibers as antibiotic growth promoter (AGP) alternatives to enhance broiler growth performance. Elektrosinning synthesis employed varying PVA concentrations (5%, 10%, 15%). SEM and FTIR characterization indicated smooth nanofiber morphology with fiber diameters of 100–135 nm. A broad and intense absorption band at 3100–3500 cm⁻¹ signified hydrogen bonding between the hydroxyl groups (-OH) of curcumin and PVA. In vitro analysis further demonstrated controlled release kinetics of curcumin. Although in vivo growth performance trials (days 1–8 post-hatch) showed no statistically significant intergroup differences, numerical data revealed positive trends in body weight gain, feed intake, and feed conversion ratio (FCR). These findings support PVA-curcumin nanofibers as promising environmentally benign AGP substitutes in poultry production.

PVA-beta glucan nanofibers exhibited optimal performance among formulations, particularly at the two-capsule concentrations, with an average fiber diameter of 30.81 nm. The nanofibers displayed smooth surface morphology and ideal porosity. FTIR analysis identified characteristic absorption bands: O-H stretching at 3100–3500 cm⁻¹ and aliphatic C-H stretching at 2850–3000 cm⁻¹. Supplementation with this formulation yielded the highest body weight gain and optimal FCR among treatments, while significantly reducing the heterophil-to-lymphocyte (H/L) ratio - a robust indicator of attenuated physiological stress. Serological assays confirmed significantly enhanced immune response (p<0.05) through elevated antibody titers, substantiating beta-glucan's role as an effective immunomodulatory agent for improving broiler health status

Conclusion, these PVA-based nanotechnological approaches provide innovative, sustainable AGP alternatives in poultry production. Nanoencapsulation of *Piper betle* L., curcumin, and β-glucan synergistically enhances growth metrics, immune competence,

and overall broiler health. This paradigm holds significant potential for mitigating antimicrobial resistance risks while advancing eco-friendly poultry nutrition.

Keywords: *Alternative AGP, Beta-glucan, Broiler, Curcumin, Green betel leaf, Nanotechnology*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



**UPAYA PENINGKATAN POTENSI SIRIH HIJAU,
KURKUMIN, DAN BETA-GLUKAN MELALUI PENDEKATAN
NANOTEKNOLOGI SEBAGAI AGP ALTERNATIF
DI PETERNAKAN AYAM BROILER**

IKHWAN WIRAHADIKESUMA

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Biomedis Hewan

**PROGRAM STUDI ILMU BIOMEDIS HEWAN
PEMINATAN ILMU FAAL DAN KHASIAT OBAT
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. apt. Ahmad Subhan, S.Si., M.Si
- 2 Dr. drh. Koekoeh Santoso

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. apt. Ahmad Subhan, S.Si., M.Si
- 2 Dr. drh. Koekoeh Santoso



Judul Disertasi : Upaya Peningkatan Potensi Sirih Hijau, Kurkumin, dan Beta-glukan Melalui Pendekatan Nanoteknologi sebagai AGP Alternatif di Peternakan Ayam Broiler

Nama : Ikhwan Wirahadikesuma
NIM : B3601202001

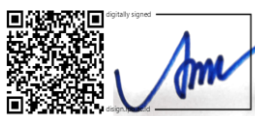
@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Wasmen Manalu



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Akhiruddin Maddu. S.Si., M.Si



Pembimbing 3:
Dr. Drh. Hera Maheshwari, M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. drh. Chaerul Basri, M.Epid.
NIP. 19770525 200501 1 002



Dekan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis:
Prof. Dr. drh. Amrozi
NIP. 19700721 199512 1 001





PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala hidayah dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah dengan judul “Upaya Peningkatan Potensi Sirih Hijau, Kurkumin, dan Beta-glukan Melalui Pendekatan Nanoteknologi sebagai AGP Alternatif di Peternakan Ayam Broiler” berhasil diselesaikan. Shalawat dan salam tercurah kepada junjungan besar Rasulullah *Salallahu alaihi wassalam* sebagai suri tauladan hidup kita dan seluruh umat manusia seluruh alam.

Penyelesaian penelitian dan penulisan ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada komisi pembimbing, Prof. Dr. Ir. Wasmen Manalu, Prof. Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si, M.Si., dan Dr. drh. Hera Maheshwari, MSc., yang senantiasa memberikan motivasi, dorongan, ide, nasihat, serta ilmunya. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Rektor IPB, Prof. Dr. Arif Satria, SP., M.Si.; Dekan SKHB IPB, Dr. drh. Amrozi; Ketua Program Studi Doktor Ilmu Biomedis Hewan, Dr. drh. Chaerul Basri, M.Epid., dan Sekretaris Program Studi, Dr. drh. Savitri Novelina, M.Si., atas segala kemudahan dan bantuan administratif yang diberikan. Penulis juga berterima kasih kepada Dr. apt. Ahmad Subhan, S.Si., M.Si dan Dr. drh. Koekoeh Santoso selaku tim penguji atas saran dan masukannya yang sangat berharga, serta kepada seluruh staf pengajar Program Studi Ilmu Biomedis Hewan SKHB IPB yang telah berkontribusi dalam perjalanan studi penulis.

Rasa syukur dan terima kasih yang mendalam juga penulis haturkan kepada keluarga tercinta sebagai sumber kekuatan utama. Terima kasih tak terhingga kepada Ayahanda (alm.) Kamaruddin Hadi, Ayahanda Sarbini, Ibunda Djuainah, dan Ibunda Eli Halimah atas doa yang senantiasa dipanjatkan. Dukungan luar biasa juga datang dari istri tercinta Karlina, yang tidak pernah lelah memberikan pengorbanan dan semangat, serta anak-anakku tersayang, Umar, Fatimah, Khadijah, dan Aisyah, yang selalu menjadi penghibur dan penyejuk mata di kala lelah. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bupati dan Pemerintah Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, atas amanah tugas belajar yang diberikan. Apresiasi tulus ditujukan pula kepada Direktur dan Manajemen Rumah Sakit Umum Daerah Ratu Zalecha, termasuk para apoteker dan asistennya di Instalasi Farmasi, atas dukungannya. Terima kasih kepada sahabat-sahabat seperjuangan di Prodi Biomedis Hewan, Dhitowi, Wirokartiko, Asmi, Fadlly, Haslinda, Awaludin, Amelia, Atik, dan lainnya. Terakhir, terima kasih juga kepada Ichsan Sari Alam, mantri hewan Junaidi, Pak Domo, dan kang Utuh atas segala bantuan teknis fasilitas di lapangan, dan semangat yang diberikan dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan nama satu per satu, namun telah tulus membantu dalam proses penelitian dan penyelesaian disertasi ini. Semoga karya ilmiah ini dapat memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan dapat memberikan manfaat praktis bagi para peternak unggas.

Bogor, Juni 2025

Ikhwan Wirahadikesuma



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan (Novelty)	5
1.7 Hipotesis	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sirih Hijau (<i>Piper betle</i> L.)	6
2.2 Kurkumin	7
2.3 Beta-glukan	8
2.4 Nanopartikel	9
III RANGKAIAN ELEKTROSPINNING SEDERHANA UNTUK PREPARASI NANOFIBER POLIVINIL ALKOHOL YANG MENGANDUNG SIRIH (<i>Piper betle</i> L.)	11
3.1 Abstrak	11
3.2 Pendahuluan	11
3.3 Metode	12
3.4 Hasil dan Pembahasan	15
3.5 Simpulan	21
IV KARAKTERISASI DAN SUPLEMENTASI NANOFIBER PVA-KURKUMIN PADA PERFORMA PERTUMBUHAN AYAM BROILER MINGGU PERTAMA	22
4.1 Abstrak	22
4.2 Pendahuluan	22
4.3 Metode	24
4.4 Hasil dan Pembahasan	28
4.5 Simpulan	36
V PAKAN INOVATIF NANOFIBER PVA-BETA GLUKAN BERBASIS ELEKTROSPINNING SEBAGAI SUPLEMEN UNTUK PENINGKATAN PERFORMA PERTUMBUHAN DAN RESPONS IMUN AYAM BROILER	37
5.1 Abstrak	37
5.2 Pendahuluan	37
5.3 Metode	39
5.4 Kerangka Penelitian	45
5.5 Hasil dan Pembahasan	46

5.6	Simpulan	57
VI	PEMBAHASAN UMUM	58
6.1	Karakteristik, Aplikasi Nanofiber PVA dan Suplementasi pada Pakan Ayam Broiler: Meningkatkan Performa Pertumbuhan dan Imunitas Tanpa Penggunaan Antibiotik	58
6.2	Integrasi Peran Apoteker Rumah Sakit dalam Pengelolaan Obat Penelitian, Akreditasi Kefarmasian, dan Pengendalian Resistansi Antimikrob berbasis Inovasi Nanoteknologi di Sektor Kesehatan Hewan atau Veteriner	62
6.3	Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang, dan Ancaman (SWOT) pada Pengembangan Nanofiber Berbasis Fitobiotik–Prebiotik Berbasis PVA dan Estimasi Biaya	64
6.4	Analisis Biaya Perakitan Alat Electrospinning serta Biaya–Kelayakan Pengembangan Nanofiber Daun Sirih Hijau, Kurkumin, β -Glukan Berbasis PVA	65
VII	SIMPULAN DAN SARAN	68
7.1	Simpulan	68
7.2	Saran	69
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN	85
	RIWAYAT HIDUP	99

DAFTAR TABEL

1	Tabel 3.1 Bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan alat elektrospinning	15
2	Tabel 4.1 Komposisi dan kandungan nutrisi ransum basal	24
3	Tabel 4.2 Performa pertumbuhan broiler minggu ke-1 perlakuan selama 7 hari	33
4	Tabel 5.1 Komposisi dan kandungan nutrisi ransum basal (BROILER 1 SP)	39
5	Tabel 5.2 Bahan utama produksi nanofiber PVA-beta glukosa	41
6	Tabel 5.3 Hasil pengukuran performa pertumbuhan ayam broiler strain Cobb umur 14 hari sampai dengan umur 21 hari	46
7	Tabel 5.4 Kadar (%) rata-rata hasil perhitungan hitung jenis (diferensial leukosit) ayam umur 21 hari	48
8	Tabel 5.5 Hasil rata-rata penimbangan bobot organ internal (hati, jantung, limpa, bursa) ayam umur 21 hari	51
9	Tabel 5.6 Laporan hasil uji HI test ayam broiler umur 21 hari	53
10	Tabel 5.7 Hasil interpretasi FTIR beta-glukosa dan PVA-beta glukosa dengan variasi PVA 5%, 10%, dan 15%.	55
11	Tabel 6.1 Rincian komponen, spesifikasi singkat, dan estimasi biaya perakitan alat elektrospinning	66
12	Tabel 6.2 Daftar rincian harga bahan baku dan perkiraan harga nanofiber hasil produksi	67

DAFTAR GAMBAR

1	Gambar 3.1 Skema rancangan alat elektrospinning	13
2	Gambar 3.2 Skema rancangan alat elektrospinning	16
3	Gambar 3.3 Proses elektrospinning, (a) Ilustrasi <i>Taylor Cone</i> di ujung <i>spinneret</i> (diadaptasi dari Queen, 2006), (b) Foto tangkapan <i>Taylor Cone</i> pada saat proses elektrospinning dari alat rakitan	16
4	Gambar 3.4 Contoh filamen (film) serat nano PVA hasil proses elektrospinning dari alat rakitan	17
5	Gambar 3.5 Aktivitas antibakteri serat nano PVA-sirih hijau.	18
6	Gambar 3.6 Spektrum FTIR Nano PVA 10%- <i>Piper betle</i> L.	19
7	Gambar 3.7 Morfologi serat nano PVA 10%- <i>Piper betle</i> L.; (a) Citral SEM dengan perbesaran 1000x; (b) Distribusi ukuran serat nano dengan <i>ImageJ</i>	21
8	Gambar 4.1 Peta lokasi dan kondisi kandang penelitian untuk (A) posisi di Google Map, (B) keadaan di luar kandang, dan (C) keadaan di dalam kandang	26
9	Gambar 4.2 Morfologi PVA-kurkumin berupa foto (1) Filamen; (2) SEM, dan (3) Hasil <i>ImageJ</i> untuk (A) PVA15%/Cur, (B) PVA10%/Cur, dan (C) PVA5%/Cur.	29

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

10	Gambar 4.3 Spektra/citra PVA-kurkumin (PVA/Cur) dari atas ke bawah (biru-merah), yaitu (A) PVA 10%, (B) PVA5%/Cur, (C) PVA10%/Cur, dan (D) PVA15%/Cur.	31
11	Gambar 4.4 Grafik persentase kurkumin terdisolusi pada sampel terhadap waktu	32
12	Gambar 4.5 Grafik rata-rata bobot badan harian selama 7 hari pada berbagai kelompok perlakuan suplementasi Kurkumin dan PVA-kurkumin	34
13	Gambar 4.6 Grafik rata-rata performa pertumbuhan ayam broiler pada minggu pertama, meliputi : (A) Bobot badan akhir, (B) Konsumsi pakan (FI), dan (C) Rasio konversi pakan (FCR).	34
14	Gambar 5.1 Peta lokasi dan kondisi kandang penelitian untuk (A) posisi di Google Map, (B) keadaan di luar kandang, dan (C) Area kandang perlakuan	41
15	Gambar 5.2 Kerangka penelitian	45
16	Gambar 5.3 Grafik hasil hitung jenis (diferensial leukosit: basofil, monosit, eosinofil, neutrofil/heterofil, limfosit) ayam broiler umur 21 hari	48
17	Gambar 5.4 Grafik persentase bobot relatif organ hati, jantung, limpa dan bursal fabricius terhadap bobot badan ayam broiler umur 21 hari	51
18	Gambar 5.5 Spektra/citra FTIR beta-glukan dan PVA (5%, 10%, dan 15%)-beta glukan	55
19	Gambar 5.6 Foto filamen PVA-beta glukan hasil proses elektrospinning	56
20	Gambar 5.7 (A) Foto hasil pemeriksaan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) perbesaran 5000x, (B) hasil pengukuran diameter serat nano dengan <i>ImageJ</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Surat Persetujuan Komisi Etik Hewan, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin Kalimantan Selatan.	86
2	Lampiran 2 Surat Keterangan Dukungan Penelitian	87
3	Lampiran 3 Lembar Persetujuan Penelitian	88
4	Lampiran 4 Laporan Hasil Uji Serologi	89
5	Lampiran 5 Hasil Analisis Statistik	90
6	Lampiran 6 Dokumentasi Proses Penelitian	97