

- 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.

PERLAKUAN TEKNOLOGI *PLASMA FINE BUBBLE* (PFB) UNTUK MENURUNKAN RESIDU PESTISIDA BROKOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)

PINGKAN NAJMA PURNOMO



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perlakuan Teknologi *Plasma Fine Bubble* (PFB) untuk Menurunkan Residu Pestisida Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Pingkan Najma Purnomo
F1401221028



@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.



ABSTRAK

PINGKAN NAJMA PURNOMO. Perlakuan Teknologi *Plasma Fine Bubble* (PFB) untuk Menurunkan Residu Pestisida Brokoli (*Brassica oleracea* var.*italica*). Dibimbing oleh Y. ARIS PURWANTO.

Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) merupakan komoditas hortikultura yang berpotensi mengandung residu pestisida akibat penggunaan pestisida selama budidaya. Struktur kuntumnya yang rapat menyebabkan pencucian konvensional kurang efektif menghilangkan residu pestisida sehingga diperlukan teknologi pencucian pascapanen yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi indikasi penurunan residu pestisida golongan organofosfat menggunakan teknologi *Plasma Fine Bubble* (PFB) serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap mutu brokoli selama penyimpanan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2×2 dengan dua ulangan, yang terdiri atas dua konsentrasi ozon terlarut (2 ppm dan 4 ppm) serta dua lama perendaman (5 menit dan 10 menit), dengan kontrol tanpa perlakuan PFB. Residu pestisida dianalisis secara kualitatif menggunakan test kit pestisida untuk mendeteksi residu pestisida golongan organofosfat, sedangkan mutu brokoli dievaluasi berdasarkan *Total Plate Count* (TPC), susut bobot, warna, kekerasan, dan total padatan terlarut selama penyimpanan pada suhu ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PFB dengan ozon terlarut 4 ppm selama 10 menit memberikan hasil paling baik berdasarkan indikasi penurunan residu pestisida yang ditunjukkan oleh perubahan warna larutan menjadi lebih bening serta menghasilkan jumlah mikroorganisme sebesar 4,6 log CFU/g. Perlakuan tersebut juga mampu mempertahankan mutu brokoli melalui susut bobot yang lebih rendah, perubahan warna yang lebih lambat, kekerasan yang lebih tinggi, dan total padatan terlarut yang lebih stabil dibandingkan kontrol. Teknologi *Plasma Fine Bubble* berpotensi menjadi metode pencucian pascapanen yang ramah lingkungan untuk meningkatkan keamanan pangan dan mempertahankan mutu brokoli.

Kata kunci: brokoli, mutu pascapanen, ozon, plasma fine bubble, residu pestisida



ABSTRACT

PINGKAN NAJMA PURNOMO. Plasma Fine Bubble (PFB) Treatment to Reduce Pesticide Residues in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Supervised by Y. ARIS PURWANTO.

Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) is a horticultural commodity that may contain pesticide residues due to pesticide application during cultivation. Its compact floret structure makes conventional washing less effective in removing pesticide residues, highlighting the need for a more effective postharvest washing technology. This study aimed to identify indications of organophosphate pesticide residue reduction using Plasma Fine Bubble (PFB) technology and to evaluate its effects on broccoli quality during storage. The study employed a 2×2 factorial Completely Randomized Design (CRD) with two replications, consisting of two dissolved ozone concentrations (2 and 4 ppm) and two immersion times (5 and 10 min), with untreated samples serving as the control. Pesticide residues were qualitatively analyzed using a pesticide test kit to detect organophosphate pesticide residues, while broccoli quality was evaluated based on Total Plate Count (TPC), weight loss, color, firmness, and total soluble solids during storage at room temperature. The results showed that the PFB treatment with 4 ppm dissolved ozone for 10 min exhibited the best performance, as indicated by a clearer color of the test solution, suggesting a reduction in pesticide residues, and a microbial count of 4.6 log CFU/g. The treatment also maintained broccoli quality by reducing weight loss, delaying color changes, preserving firmness, and maintaining more stable total soluble solids compared with the control. These findings indicate that Plasma Fine Bubble technology has the potential to serve as an environmentally friendly postharvest washing method for improving food safety and maintaining broccoli quality.

Keywords: broccoli, ozone, pesticide residues, plasma fine bubble, postharvest quality



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

**PERLAKUAN TEKNOLOGI *PLASMA FINE BUBBLE* (PFB)
UNTUK MENURUNKAN RESIDU PESTISIDA BROKOLI
(*Brassica oleracea* var. *italica*)**

PINGKAN NAJMA PURNOMO

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr.
- 2 Dr. Ir. Dyah Wulandari, M.Si.



Judul Skripsi : Perlakuan Teknologi *Plasma Fine Bubble* (PFB) untuk Menurunkan Residu Pestisida Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Nama : Pingkan Najma Purnomo

NIM : F1401221028

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc.

NIP 196403071989031001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.

NIP 196304251989031001



Tanggal Ujian:
(27 Juli 2026)

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah teknologi, dengan judul “Perlakuan Teknologi *Plasma Fine Bubble* (PFB) untuk Menurunkan Residu Pestisida Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)”. Penulis menyadari bahwa penyusunan karya ilmiah dan pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta berbagai masukan yang sangat berharga selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr. selaku dosen penguji pertama, Dr. Ir. Dyah Wulandari, M.Si. selaku dosen penguji kedua, dan Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr. selaku dosen moderator yang telah memberikan kritik, saran, serta masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
3. Ayah Purnomo dan Mamah Nani Prihmawati, serta seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, dan semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen, teknisi, dan staff dari Program studi Teknik Pertanian dan Biosistem yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bantuan selama penulis menjalani proses perkuliahan.
5. Syabilla, Azka, Michelle, Nasywa, Fenny, Nabiilah, Muthia, Sarah, dan Nailah yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta kebersamaan yang berarti selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Karin, Arila, dan Danu selaku rekan seperbimbingan yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, serta semangat selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman Mekarasih, Cabang Bogor, Ghosties, Pocer, Mimiti yang telah memberikan kebersamaan, semangat, serta menjadi tempat berbagi cerita selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman Vermilion 59 yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama masa perkuliahan, memberikan kebersamaan, dukungan, serta berbagai pengalaman yang berharga hingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Pingkan Najma Purnomo



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	I-16
DAFTAR GAMBAR	I-16
DAFTAR LAMPIRAN	I-16
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Brokoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	4
2.2 Residu Pestisida pada Brokoli	4
2.3 <i>Plasma Fine Bubble</i>	5
2.4 Radikal Hidroksil	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.3.1 Persiapan alat dan bahan	9
3.3.2 Produksi <i>Plasma Fine Bubble</i> (PFB)	9
3.3.3 Proses pencucian	10
3.3.4 Pengujian kandungan residu pestisida	10
3.3.5 Pengujian <i>Total Plate Count</i> (TPC)	11
3.3.6 Pengukuran mutu	11
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Pengamatan Visual	14
4.2 Pengujian Residu Pestisida	15
4.3 Pengujian <i>Total Plate Count</i> (TPC)	15
4.4 Hasil Pengukuran dan Perubahan Mutu Brokoli	15
4.4.1 Susut bobot	19
4.4.2 Warna	20
4.4.3 Total Padatan Terlarut (TPT)	23
4.4.4 Kekerasan	24
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	53

DAFTAR TABEL

1	Konsentrasi ozon terlarut dengan durasi pencucian	12
2	Hasil pengujian residu pestisida	15
3	Hasil pengujian <i>total plate count</i> pada brokoli	17

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir prosedur penelitian	8
2	Produksi air <i>plasma fine bubble</i>	9
3	Hasil pengujian residu pestisida secara kualitatif (a) kontrol 5 menit, (b) kontrol 10 menit, (c) 2 ppm 5 menit, (d) 2 ppm 10 menit, (e) 4 ppm 5 menit, (f) 4 ppm 10 menit	15
4	Dokumentasi hasil pengujian <i>total plate count</i> pada brokoli	17
5	Grafik peningkatan susut bobot pada brokoli	19
6	Grafik perubahan nilai L^* pada brokoli	21
7	Grafik penurunan nilai $^{\circ}\text{Hue}$ pada brokoli	22
8	Grafik peningkatan nilai total padatan terlarut pada brokoli	23
9	Grafik penurunan kekerasan kuntum pada brokoli	25
10	Grafik penurunan kekerasan batang pada brokoli	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pencucian brokoli dengan <i>Plasma Fine Bubble</i> (PFB)	33
2	Hasil pengamatan visual pada brokoli kontrol 5 menit	33
3	Hasil pengamatan visual pada brokoli kontrol 10 menit	33
4	Hasil pengamatan visual pada brokoli A1B1	33
5	Hasil pengamatan visual pada brokoli A1B2	34
6	Hasil pengamatan visual pada brokoli A2B1	34
7	Hasil pengamatan visual pada brokoli A2B2	34
8	Data pengamatan berat brokoli	35
9	Data pengamatan susut bobot brokoli	35
10	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA susut bobot brokoli	35
11	Data pengamatan nilai L^* brokoli	37
12	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA nilai L^* brokoli	38
13	Data pengamatan nilai $^{\circ}\text{Hue}$ brokoli	40
14	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA nilai $^{\circ}\text{Hue}$ brokoli	41
15	Data pengamatan TPT brokoli	43
16	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA TPT brokoli	43
17	Data pengamatan kekerasan kuntum brokoli	46
18	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA kekerasan kuntum brokoli	46
19	Data pengamatan kekerasan batang brokoli	48
20	Hasil pengujian <i>two-way</i> ANOVA kekerasan batang brokoli	49
21	Perhitungan TPC brokoli	52