# BAB I
# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pembelajaran kimia menuntut kemampuan siswa dalam mengonstruksi penjelasan fenomena ilmiah (*Scientific Explanation*) melalui koordinasi antara teori dan bukti. Kemampuan ini, mencakup penyusunan pernyataan ilmiah (*Claim*), data pendukung (*Evidence*), dan penalaran (*Reasoning*) , merupakan pilar utama dalam memahami hakikat ilmu kimia. Namun, praktik pembelajaran kimia di Indonesia saat ini masih sering didominasi oleh penghafalan rumus dan teori, sehingga mengabaikan pengembangan kemampuan esensial tersebut (Wijayanto dkk., 2020). Akibatnya, siswa kesulitan mengaitkan data hasil eksperimen dengan prinsip kimia yang mendasarinya. Realita ini tercermin dari rendahnya skor kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah siswa Indonesia dalam *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022, yang berada di bawah rata-rata internasional (OECD, 2023), mengindikasikan bahwa pemahaman mekanistik siswa belum berkembang secara optimal (Limiansih dkk., 2024; Utami dkk., 2021).

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan pembimbing ekstrakurikuler Kegiatan Ilmiah Remaja (KIR) di SMAIT Ibadurrohman, ditemukan bahwa selama ini siswa cenderung terampil dalam melakukan prosedur praktikum, namun sering kali mengalami hambatan serius dalam mengonstruksi penjelasan ilmiah (*Scientific Explanation*) terhadap fenomena kimia yang mereka amati. Siswa dapat melihat perubahan warna atau terbentuknya endapan, tetapi kesulitan menjelaskan "mengapa" dan "bagaimana" proses tersebut terjadi di tingkat molekuler. Hal ini menjadi indikasi kuat bahwa siswa membutuhkan model pembelajaran inovatif dan instrumen yang dapat menuntun mereka untuk memahami mekanisme kompleks, seperti interaksi kimia dalam pewarnaan tekstil.

Model *Project-Based Learning (PjBL)* dipilih sebagai pendekatan strategis karena karakteristiknya yang secara inheren mendukung pengembangan *Scientific Explanation*. PjBL mendorong siswa untuk terlibat dalam investigasi autentik, merancang solusi, dan mempresentasikan hasil yang membutuhkan penalaran

ilmiah berbasis bukti (Blumenfeld et al., 1991; Zhang Xinglong dkk., 2024; Huang, 2023). Dalam konteks kimia, PjBL memfasilitasi siswa untuk mengaitkan konsep teoritis dengan fenomena nyata, sehingga mereka terbiasa mengonstruksi *Claim*, mengumpulkan *Evidence*, dan merumuskan *Reasoning* (Rosida, 2021; Laliyo dkk., 2023; Utami dkk., 2021). Melalui PjBL yang terintegrasi dengan Lembar Kerja Berbasis Proyek (LKBP), siswa tidak hanya dituntut untuk menghasilkan produk, tetapi juga dilatih secara konsisten untuk membangun penjelasan ilmiah melalui investigasi nyata (Winarti & Rahmawati, 2026; Irdalisa dkk., 2024).

Salah satu konteks proyek yang sangat relevan untuk melatih kemampuan ini adalah pembuatan kain *shibori*. *Shibori* adalah teknik pewarnaan kain tradisional Jepang yang melibatkan proses perintangan (melipat, mengikat, atau menjahit) sebelum pencelupan, menghasilkan pola unik dan artistik. Proses pembuatan kain *shibori* ini melibatkan serangkaian fenomena kimia yang kompleks, mulai dari interaksi serat kain dengan air dan zat warna, teknik perintangan yang memengaruhi difusi warna, hingga mekanisme fiksasi mordan. Mordan merupakan zat fiksasi berupa garam logam yang berfungsi untuk mengikat pigmen warna alami pada serat kain melalui pembentukan ikatan kimia yang stabil, seringkali melalui pembentukan senyawa kompleks koordinasi (Annisa & Adriani, 2025). Penelitian oleh Annisa & Adriani (2025) menunjukkan bahwa variasi jenis mordan seperti tawas, kapur sirih, dan tunjung secara signifikan memengaruhi nama warna, kerataan warna, serta ketahanan luntur kain terhadap pencucian (Annisa & Adriani, 2025). Sementara itu, Sylvia dkk. (2026) menemukan bahwa teknik post-mordanting dengan mordan tunjung menghasilkan saturasi warna yang lebih dalam dan intens dibandingkan dengan mordan lainnya (Sylvia dkk., 2026). Interaksi kimia antara zat warna dengan serat kain, serta peran mordan dalam memediasi ikatan ini, menjadi 'laboratorium' nyata bagi siswa untuk mengasah kemampuan *Claim* (misalnya, menyatakan jenis mordan yang paling efektif), *Evidence* (melalui pengamatan intensitas warna dan ketahanan luntur), dan *Reasoning* (menjelaskan dasar kimia di balik interaksi tersebut).

Urgensi penelitian ini semakin diperkuat oleh pemanfaatan limbah organik sebagai sumber bahan baku, khususnya kulit buah alpukat (*Persea americana*).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Kulit buah alpukat merupakan limbah yang melimpah dan sering kali tidak termanfaatkan, namun mengandung senyawa polifenol seperti tanin yang berpotensi besar sebagai pewarna alami (Zazila, 2021). Pemanfaatan limbah kulit alpukat dalam proyek ini tidak hanya bertujuan untuk menghasilkan produk estetis dan bernilai ekonomis, tetapi juga untuk memberikan kesadaran lingkungan serta menantang siswa untuk menjelaskan bagaimana zat yang awalnya dianggap sampah dapat bertransformasi menjadi produk bernilai guna melalui reaksi kimia yang presisi. Pendekatan ini selaras dengan *prinsip Education for Sustainable Development (ESD)* yang diintegrasikan dalam PjBL, di mana siswa tidak hanya belajar konsep sains, tetapi juga mengembangkan kepedulian terhadap isu keberlanjutan lingkungan (Ginting & Syafriani, 2026).

Meskipun demikian, penelusuran literatur menunjukkan bahwa penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek pada pemanfaatan ekstrak kulit alpukat sebagai pewarna alami dalam pembuatan kain *shibori* dengan fokus utama pada pengembangan kemampuan *Scientific Explanation* siswa masih sangat terbatas atau belum ditemukan (Rehman & Atun, 2026; Savana & Ardianto, 2024). Kesenjangan ini mengindikasikan adanya peluang signifikan untuk mengembangkan model pembelajaran yang inovatif, relevan dengan konteks lokal, dan secara efektif mendukung penguatan literasi sains serta kemampuan siswa dalam memberikan penjelasan ilmiah *(Scientific Explanation)* dalam bidang kimia.

Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menerapkan pembelajaran berbasis proyek pada pemanfaatan ekstrak kulit alpukat sebagai pewarna alami dalam pembuatan kain *shibori* dengan fokus utama pada pengembangan kemampuan *Scientific Explanation* siswa. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek pada Pembuatan Kain *Shibori* dengan Pemanfaatan Ekstrak Kulit Alpukat (*Persea americana*) untuk Mengembangkan Kemampuan *Scientific Explanation*."**

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimana aktivitas siswa kelas XI dan XII MIPA yang mengikuti ekstrakurikuler KIR SMAIT Ibadurrohman Tasikmalaya melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan kain *shibori* dengan memanfaatkan ekstrak kulit alpukat?
2. Bagaimana kemampuan siswa kelas XI dan XII MIPA yang mengikuti ekstrakurikuler KIR SMAIT Ibadurrohman Tasikmalaya dalam menyelesaikan LKPD berbasis proyek untuk pembuatan kain *shibori* dengan memanfaatkan ekstrak kulit alpukat?
3. Bagaimana kemampuan *Scientific Explanation* siswa kelas XI dan XII MIPA yang mengikuti ekstrakurikuler KIR SMAIT Ibadurrohman Tasikmalaya setelah penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan kain *shibori* dengan pemanfaatan ekstrak kulit alpukat?
4. Bagaimana karakteristik dan kualitas warna kain *shibori* yang dihasilkan dari pemanfaatan ekstrak kulit alpukat sebagai pewarna alami?

## C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan aktivitas pembelajaran siswa dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan kain *shibori* dengan pemanfaatan ekstrak kulit alpukat sebagai pewarna alami.
2. Menganalisis kemampuan siswa dalam menyelesaikan LKPD berbasis proyek pada pembuatan kain *shibori* dengan pemanfaatan ekstrak kulit alpukat.
3. Menganalisis kemampuan *Scientific Explanation* siswa setelah penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan kain *shibori* dengan pemanfaatan ekstrak kulit alpukat.
4. Menganalisis karakteristik dan kualitas warna kain *shibori* yang dihasilkan dari pemanfaatan ekstrak kulit alpukat sebagai pewarna alami.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

## D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi guru, siswa, serta peneliti dalam pengembangan pembelajaran kimia, antara lain:

1. Bagi siswa: dapat meningkatkan kemampuan *Scientific Explanation* dan keterampilan praktikum kimia melalui konteks nyata pembuatan kain *shibori.*
2. Bagi Guru: Dapat Memberikan alternatif model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) dan instrumen Lembar Kerja Berbasis Proyek (LKBP) yang inovatif untuk materi kimia.
3. Bagi peneliti lain: dapat dijadikan referensi dalam penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan bahan alam, seperti kulit alpukat, sebagai pewarna alami pada kain *shibori*, serta pengembangan metode pembelajaran berbasis proyek di bidang kimia.
4. Bagi masyarakat: Memberikan edukasi mengenai penerapan *green chemistry* melalui pemanfaatan limbah kulit alpukat, sehingga dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan akibat pewarna sintetis serta memberikan inspirasi pemanfaatan limbah organik menjadi produk bernilai ekonomi.

## E. Kerangka Pemikiran

Pemanfaatan limbah kulit alpukat *(Persea americana)* sebagai pewarna alami merupakan salah satu solusi untuk mendukung pengelolaan limbah organik dan mengurangi ketergantungan pada pewarna sintetis yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Pewarna alami dari kulit alpukat menghasilkan warna yang unik dan ramah lingkungan, sehingga menjadi pilihan yang relevan dalam pengembangan kain *shibori*. *Shibori* adalah teknik pewarnaan kain asal Jepang yang dilakukan dengan cara melipat, mengikat, atau menjepit kain sebelum dicelupkan ke dalam larutan pewarna. (Ayun, 2022).

Pada penelitian ini, bahan kain yang digunakan adalah kain primisima karena bahan berbasis serat alami memiliki afinitas lebih tinggi terhadap pewarna alami dibandingkan dengan bahan sintetis. Proses pewarnaan menggunakan kulit alpukat juga mendukung praktik ramah lingkungan dalam dunia tekstil, sekaligus memberikan nilai tambah pada limbah organik (Hernawati, 2021).

Dalam kerangka ini, pembuatan kain *shibori* dengan ekstrak kulit alpukat berperan sebagai objek observasi ilmiah utama. Siswa tidak hanya melakukan pewarnaan secara teknis, tetapi juga ditantang untuk menjelaskan fenomena kimia yang mendasarinya, seperti adsorpsi zat warna pada serat, pembentukan kompleks koordinasi antara pigmen tanin dengan mordan seperti tawas, serta pengaruh polaritas molekul terhadap stabilitas warna. Proses inilah yang diintegrasikan ke dalam komponen *Scientific Explanation*, di mana siswa diwajibkan menyusun klaim (*Claim*) berdasarkan hasil eksperimen, menyajikan bukti (*Evidence*) dari karakteristik fisik kain yang dihasilkan, dan memberikan penalaran (*Reasoning*) berbasis teori kimia yang relevan.

Pembelajaran berbasis proyek dipilih sebagai pendekatan untuk meningkatkan kemampuan *Scientific Explanation* siswa. Pendekatan ini memberikan ruang bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar, mulai dari perencanaan hingga evaluasi produk. Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa untuk:

1. Mengidentifikasi masalah dan merancang solusi.
2. Melaksanakan eksperimen untuk menciptakan produk berdasarkan prinsip ilmiah.
3. Menyusun laporan ilmiah yang mencerminkan pemahaman mereka terhadap konsep yang diterapkan.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Lembar kerja berbasis proyek digunakan sebagai media untuk memfasilitasi pembelajaran yang terstruktur dan mendalam. Tahapan pada pembelajaran berbasis proyek mencakup (Khasanah, 2022):

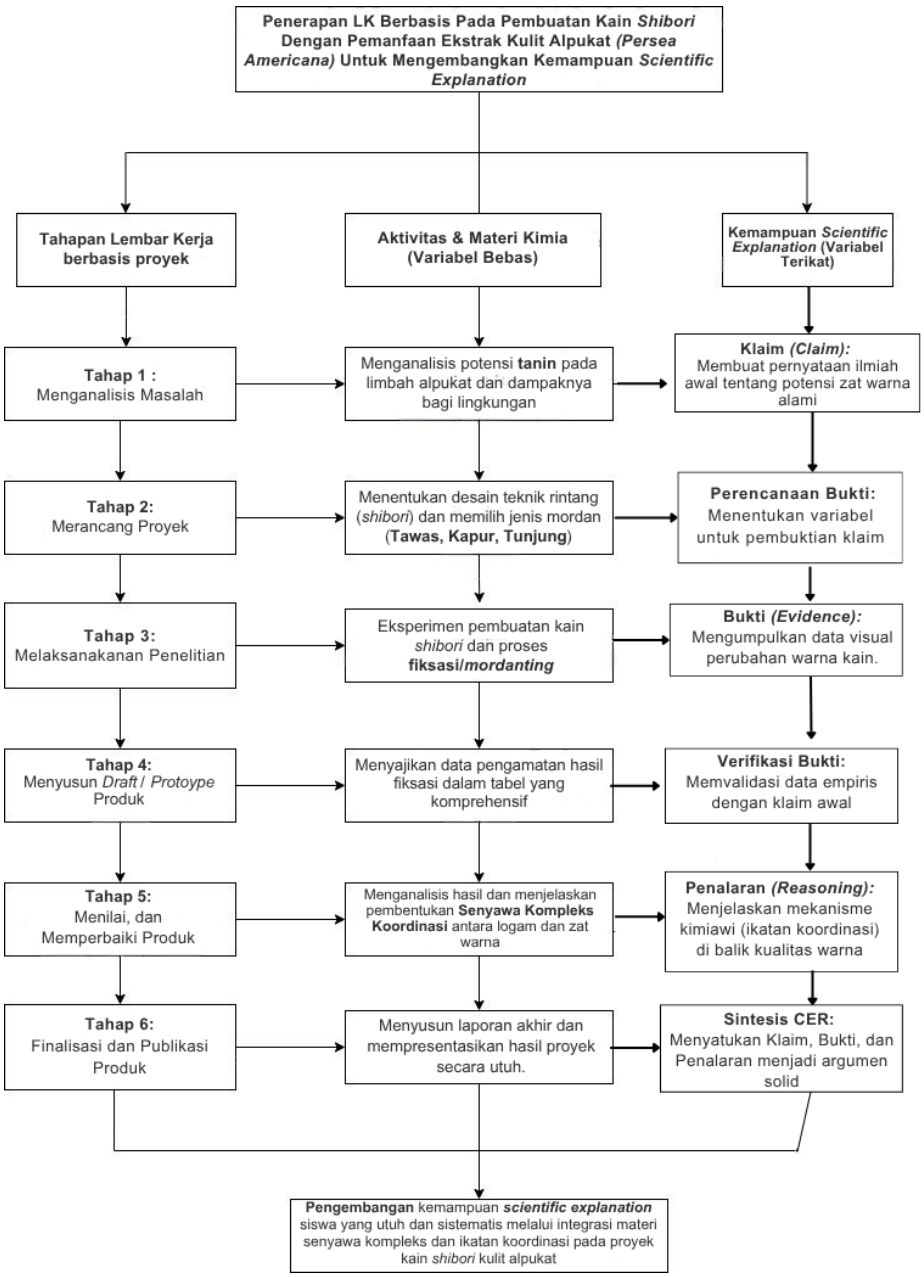
1. Mengidentifikasi masalah.
2. Mendesain proyek.
3. Melakukan eksperimen.
4. Menyusun prototipe produk.
5. Mengevaluasi dan memperbaiki produk.
6. Finalisasi dan presentasi produk.

Pada tahap identifikasi masalah, siswa membangun klaim dengan menganalisis potensi kandungan senyawa metabolit sekunder seperti tanin pada kulit alpukat. Selanjutnya, melalui proses pewarnaan *shibori*, siswa mengumpulkan bukti berdasarkan fenomena adsorpsi koloid yang terjadi selama pencelupan. Puncak dari kerangka ini adalah kemampuan penalaran, di mana siswa mampu menjelaskan mekanisme fiksasi warna melalui pembentukan senyawa kompleks antara ion logam mordan dan ligan zat warna melalui ikatan kovalen koordinasi. Dengan demikian, model PjBL ini secara sistematis mengonstruksi kemampuan *Scientific Explanation* siswa melalui konteks kimia nyata.

Implementasi pembelajaran berbasis proyek dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas siswa selama proses pembelajaran, menganalisis kemampuan mereka dalam *Scientific Explanation*, serta mendeskripsikan karakteristik kain *shibori* yang dihasilkan menggunakan pewarna alami dari kulit alpukat. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat memahami konsep ilmiah secara mendalam sekaligus menciptakan produk yang bermanfaat dan ramah lingkungan.

Secara skematis, keterkaitan antara tahapan model pembelajaran berbasis proyek dengan indikator kemampuan *Scientific Explanation* dan hasil akhir berupa produk kain *shibori* dapat dilihat pada Gambar 1.1. Kerangka ini menunjukkan bagaimana aktivitas praktikum yang bersifat psikomotorik dikonversi menjadi proses kognitif melalui pengisian lembar kerja yang menuntut siswa untuk senantiasa menghubungkan fenomena makroskopis dengan penjelasan mikroskopis kimia. Dengan demikian, seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini membentuk satu kesatuan alur berpikir yang terstruktur guna mencapai tujuan pembelajaran yang komprehensif.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG




**Gambar 1.1** Kerangka Pemikiran

Berdasarkan Gambar 1.1 di atas, dapat dipahami bahwa kerangka berpikir ini secara spesifik menempatkan setiap tahapan teknik *shibori* mulai dari ekstraksi hingga fiksasi sebagai stimulus bagi siswa untuk mengonstruksi komponen *Claim, Evidence*, dan *Reasoning*. Berbeda dengan studi terdahulu yang lebih berfokus pada hasil fisis kain, pendekatan ini secara logis menghubungkan aktivitas motorik praktikum dengan perkembangan kemampuan berpikir ilmiah siswa secara sistematis.

## F. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memiliki relevansi kuat dengan beberapa studi sebelumnya, namun dengan perbedaan substansial yang menjadikannya sebagai kontribusi baru di bidang pendidikan kimia. Analisis terhadap penelitian-penelitian terdahulu ini bertujuan untuk menegaskan posisi dan keunikan dari studi yang dilakukan.

Pertama, penelitian ini berkaitan dengan efektivitas pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Studi oleh Desyemca (2021) dan Astarina (2020) menunjukkan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa secara umum. Namun, fokus utama kedua penelitian tersebut adalah pada peningkatan nilai kognitif dan ketuntasan belajar. Sementara itu, penelitian oleh Islawati dkk. (2025) *Systematic Literature Review (SLR*) mengonfirmasi bahwa PjBL secara konsisten meningkatkan pemahaman konseptual siswa dalam pendidikan kimia selama satu dekade terakhir (Islawati dkk., 2025). Syahmani dkk. (2026) juga menegaskan tren positif PjBL di berbagai jenjang pendidikan, terutama di sekolah menengah dan perguruan tinggi (Syahmani dkk., 2026). Berbeda dengan studi-studi tersebut yang berfokus pada capaian kognitif umum, penelitian ini secara spesifik berfokus pada pengembangan kemampuan *Scientific Explanation* siswa, sebuah bentuk penalaran ilmiah yang lebih mendalam, dan menggunakan konteks praktikum yang otentik sebagai media intervensi.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Kedua, penelitian ini mengacu pada studi tentang pengembangan kemampuan *Scientific Explanation.* Rojikin (2022) menunjukkan bahwa kemampuan ini dapat ditingkatkan secara signifikan melalui penerapan e-modul. Dalam konteks yang lebih fundamental, McNeill & Krajcik (2007) dalam studi klasiknya menemukan bahwa praktik instruksional guru seperti pemodelan dan *scaffolding* sangat berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam mengonstruksi *Scientific Explanation* selama pembelajaran kimia berbasis proyek (McNeill & Krajcik, 2007). Namun, pendekatan yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut berbeda dengan studi ini. Penelitian ini menggunakan pendekatan PjBL yang berpusat pada pengalaman langsung dan kolaborasi dalam proyek nyata, alih-alih pembelajaran berbasis digital atau sekadar latihan terstruktur. Melalui PjBL, siswa

didorong untuk mengamati fenomena secara langsung, mengumpulkan data, dan merumuskan penalaran secara fisik, sebuah proses yang berbeda secara fundamental dari interaksi dengan e-modul atau lembar kerja.

Ketiga, studi ini berhubungan dengan pemanfaatan kulit alpukat sebagai pewarna alami dan teknik *shibori.* Penelitian oleh Amborowati dkk. (2025) dan Sumarli (2021) telah mengidentifikasi potensi pewarna dari kulit alpukat serta menguji efektivitas mordan terhadap ketahanan warna. Zazila dkk. (2023) Bahkan berhasil mengaplikasikan ekstrak kulit alpukat pada tekstil dengan teknik *shibori* nui. Dalam perspektif yang lebih luas, Hugerat (2020) menunjukkan bahwa PjBL dapat diintegrasikan dengan isu keberlanjutan lingkungan seperti pemanfaatan limbah organik untuk menciptakan pembelajaran kimia yang kontekstual dan bermakna. Meskipun demikian, fokus utama studi-studi sebelumnya adalah pada aspek teknis dan produk, seperti optimasi ekstraksi atau uji ketahanan warna. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi proses pembuatan kain *shibori* dengan model PjBL untuk secara spesifik mengukur dan mengembangkan kemampuan *Scientific Explanation* siswa. Dengan kata lain, proses teknis pembuatan produk berfungsi sebagai konteks pembelajaran untuk mencapai tujuan pedagogis, bukan sekadar menghasilkan produk. Inilah yang membedakan penelitian ini secara fundamental dari studi-studi sebelumnya.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG