

PETIR, HUJAN, DAN KESUBURAN TANAH (Perspektif Ilmiah Terhadap Makna Surah Ar-Rum: 24)

Abdullah

Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin
abdulsaaludin@gmail.com

Ahmad Mujahid

Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin
ahmadmujahid@uin-antasari.ac.id

Zainal Hasan

Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin
ahsanputra69@gmail.com

Ahmad Zaini

Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin
ahmadzaini12345678910@gmail.com

Abstract: This study examines the scientific relevance of Surah Ar-Rum : 24 from the perspectives of classical and modern exegesis, as well as atmospheric science and agronomy. Utilizing a library research method with a *tahlili* approach, this study compares the interpretations of exegetes such as *Fakhruddin al-Razi in Tafsîr al-Kabîr wa Mafâtîh al-Ghayb* with scientific findings on the role of lightning in nitrogen fixation, which contributes to soil fertility. The results indicate that the Quran has provided scientific indications of the relationship between lightning,

rain, and soil fertility, a phenomenon confirmed by modern science through nitrogen oxidation in the atmosphere due to lightning strikes. Furthermore, classical and modern exegeses show different approaches to interpreting this verse, with classical tafsir focusing more on theological and metaphorical aspects, while modern interpretations relate it to scientific principles. This study contributes to strengthening the integration of Quranic exegesis and modern science, while also opening opportunities for further research on the correlation between natural phenomena in the Quran and empirical scientific knowledge.

Keywords: Scientific Exegesis, Surah Ar-Rum Verse 24, Nitrogen Fixation, Lightning, Soil Fertility.

Pendahuluan

Informasi yang terdapat pada al-Quran begitu banyak bisa didapati ayat-ayat yang mengandung berbagai isyarat, sinyal atau petunjuk ilmiah yang baru dapat dipahami melalui perkembangan ilmu pengetahuan modern.¹ Penulis tertarik untuk menelaah lebih dalam salah satu ayat yang jika dipahami secara lebih dalam berbicara tentang ilmu pengetahuan, yaitu air hujan, kilat atau petir dan kesuburan tanah yang dibingkai dalam satu ayat, bisa dilihat di QS. ar-Rum [30]: 24, yang bermakna:

"Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, Dia memperlihatkan kepadamu kilat (petir) untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan itu Dia menghidupkan bumi setelah mati. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti."

Ayat ini menggambarkan hubungan antara petir, hujan, dan kesuburan tanah, yang dalam kajian sains modern berkaitan erat

¹ Nuaimah Anatul Maula dan Safruroh Safruroh, "Isyarat Ayat Al-Quran Terhadap Peristiwa Ilmiah," *JURNAL ILMIAH NUSANTARA* 1, no. 6 (8 November 2024): 264, <https://doi.org/10.61722/jinu.v1i6.2809>; Vivi Afbrifani, "KAJIAN BUKU AJAR SISWA DALAM PEMBELAJARAN SAINS PERSPEKTIF INTEGRASI PEMBELAJARAN SAINS DAN ISLAM MI," *Muróbbi: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 2 (1 September 2020): 304–305, <https://doi.org/10.52431/murobbi.v4i2.387>.

dengan proses fiksasi nitrogen alami.² Petir yang menyambar di atmosfer menyebabkan gas nitrogen (N_2) bereaksi dengan oksigen (O_2), membentuk NO dan NO_2 (Nitrogen Oksida), yang kemudian terinfiltrasi dengan air hujan yang kemudian masuk ke dalam tanah sebagai senyawa nitrat (NO_3^-). Proses ini sangat berperan dalam kesuburan tanah, mengingat nitrogen merupakan unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman.³ Meskipun al-Quran telah mengisyaratkan fenomena ini lebih dari 1400 tahun yang lalu, kajian mendalam yang menghubungkan tafsir ayat ini dengan ilmu atmosfer, biogeokimia, dan agronomi masih terbilang minim. Maka dari hal demikian, penulis mencoba untuk menganalisis makna ilmiah dari Surah Ar-Rum ayat 24 dengan merujuk pada berbagai kitab tafsir serta mengaitkannya dengan temuan ilmiah modern terkait fiksasi nitrogen oleh petir dan hujan.

Berbagai tafsir klasik dan modern telah memberikan pemaknaan terhadap ayat ini. Dalam karya Fakhruddin al-Razi menjelaskan bahwa petir tidak hanya menyebabkan ketakutan, tetapi juga memiliki manfaat yang besar, termasuk indikasi bahwa daerah yang mengalami hujan yang disertai petir akan menjadi subur. Perspektif ini selaras dengan temuan ilmiah tentang bagaimana nitrogen atmosfer yang terfiksasi melalui petir memberikan kontribusi penting bagi kesuburan tanah. Tafsir klasik lainnya, seperti *Tafsir Ibnu Kathîr* dan *Tafsîr al-Marâghî*, lebih menekankan aspek teologis dan metaforis, di mana petir dan hujan dianggap sebagai tanda kebesaran Allah yang harus direnungkan oleh manusia.

Terdapat kajian terdahulu yang menurut penulis relevan dengan tulisan ini adalah skripsi Debi Sukma⁴ dalam penelitiannya, Thantawi Jauhari seorang mufasir modern yang terkenal dengan pendekatan ilmiahnya dikaji secara mendalam terkait bagaimana beliau menafsirkan ayat-ayat dalam QS. ar-Rum [30]: 21-25 dengan perspektif sains. Dari kajian tersebut, penulis melihat ruang untuk meneliti lebih lanjut terkait QS. ar-Rum [30]: 24. Maka artikel ini

² Indra Permana dkk., *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*, ed. oleh Diana Purnama Sari (Padang: Get Press Indonesia, 2022), i, 35-36.

³ Halima, Rosliana Eso, dan La Ode Safiudin, "Investigasi Pengaruh Paparan Petir terhadap Kandungan Nitrogen dalam Tanah di Kecamatan Poasia," *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika* 5, no. 2 (April 2020): 171–179, <http://dx.doi.org/10.36709/jipfi.v5i2.13303>.

⁴ Debi Sukma, "Muatan I'jaz 'Ilmi dalam Penafsiran Surah Ar-Rum Ayat 20-25: Kajian Tafsir Tahlili" (Skripsi, Riau, Fakultas Ushuluddin UIN Sultan Syarif Kasim, 2021).

terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian tersebut, yaitu: pertama, pendekatan tafsir yang lebih luas, di mana penelitian ini akan menggunakan interpretasi dari berbagai kitab tafsir. Kedua, fokus pada fiksasi nitrogen oleh petir, di mana kajian ini secara khusus akan menyoroti bagaimana petir berperan dalam fiksasi nitrogen dan hubungannya dengan kesuburan tanah, berdasarkan kajian ilmu atmosfer dan agronomi. Ketiga, metode kajian kepustakaan dengan pendekatan tahlili yang digunakan untuk menganalisis ayat dengan menelaah berbagai sumber tafsir dan penelitian ilmiah yang relevan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan mengungkap makna tafsir QS. ar-Rum [30]: 24 dari berbagai kitab tafsir dan ilmu sains modern, bagaimana proses fiksasi nitrogen oleh petir dalam ilmu atmosfer dan hubungannya dengan kesuburan tanah, relevansi ayat ini dengan temuan sains modern.

Penelitian ini berangkat dari hipotesis bahwa QS. ar-Rum [30]: 24 tidak hanya berbicara dalam konteks spiritual dan metaforis, tetapi juga mengandung isyarat ilmiah tentang proses fiksasi nitrogen alami melalui petir dan hujan. Kitab-kitab tafsir klasik cenderung menekankan makna teologis dan keajaiban alam dalam ayat ini, sedangkan mufasir modern lebih terbuka dalam mengaitkannya dengan sains, yang secara khusus penelitian ini memperkaya pemahaman terhadap makna al-Quran dalam aspek tafsir ilmiah (*I'jâz 'Ilmî*). Temuan dalam ilmu atmosfer dan agronomi dapat semakin menguatkan pemahaman bahwa petir dan hujan berperan signifikan dalam proses kesuburan tanah, sebagaimana diisyaratkan oleh al-Quran. Penelitian ini, penulis berharap dapat berkontribusi dalam kajian tafsir tematik dan integrasi antara ilmu keislaman dengan sains modern yang semakin berkembang.

Metode Penelitian

Dalam kajiannya penelitian ini mengadopsi metode *library research* dengan pendekatan *tahlili* sebagai analisis makna Surah Ar-Rum ayat 24 dalam perspektif tafsir dan sains. Penelitian kepustakaan bertujuan untuk mengumpulkan, mengkaji, dan menganalisis berbagai sumber literatur terkait,⁵ baik dari kitab tafsir klasik maupun modern, serta jurnal dan penelitian ilmiah yang relevan dengan tema fiksasi nitrogen oleh petir. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah meneliti hubungan antara petir, hujan, dan kesuburan tanah sebagaimana

⁵ Mestika Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan* (Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2014), 3.

dijelaskan dalam al-Quran serta dikaji dalam konteks ilmu atmosfer dan agronomi modern. Oleh karena itu, terdapat beberapa aspek yang menjadi perhatian utama:

Pertama, masalah yang diteliti adalah bagaimana makna tafsir Surah Ar-Rum ayat 24 dalam berbagai kitab tafsir, bagaimana proses fiksasi nitrogen oleh petir dalam ilmu atmosfer, serta sejauh mana ayat ini memiliki relevansi dengan temuan sains modern.

Kedua, sasaran penelitian ini mencakup tafsir klasik seperti *Jâmi‘ al-Bayân fî Ta‘wîl al-Qur‘ân*, *Tafsîr al-Qur‘ân al-‘Azîm*, dan lainnya, serta tafsir modern seperti *Tafsîr al-Marâghî*, *Fî Zilâl al-Qur‘ân*, *Tafsir Al-Misbah* dan lainnya. Selain itu, dalam kajiannya juga merujuk pada jurnal ilmiah terkait ilmu atmosfer, siklus nitrogen, dan agronomi yang membahas peran petir dalam kesuburan tanah.

Ketiga, teknik pengumpulan data dalam kajian ini juga memakai metode dokumentasi, sederhananya menghimpun data dari berbagai kitab tafsir, jurnal ilmiah, dan literatur akademik yang relevan.⁶ Sumber-sumber ini kemudian dikategorikan berdasarkan pendekatan tafsir dan kajian ilmiah yang mendukung analisis ayat tersebut.

Keempat, teknik analisis data yang diterapkan adalah pendekatan *tahlili*, sebuah metode analisis yang sering digunakan dalam menafsirkan al-Quran, yaitu menguraikan dan menjabarkan kandungan ayat secara sistematis dengan mempertimbangkan berbagai sumber tafsir dan perspektif lainnya,⁷ sesuai dengan keahlian dan kecederungan penulis.⁸ Adapun dalam kajiannya penulis menggunakan perspektif ilmiah atau bisa dikatakan kajian ini bercorak *Tafsîr ‘Ilmî*.⁹ Kemudian langkah-langkah dalam *Tafsîr ‘Ilmî* ini mengikuti seperti apa yang diuraikan oleh Ibnu ‘Asyur dalam kitabnya; *Pertama*, menjabarkan literal teks dengan hanya berpatokan pada makna awal kebahasaan.¹⁰ *Kedua*, menggali makna di balik makna lahiriah berdasarkan indikasi kata atau konteks dengan berbagai pandangan. *Ketiga*, menguraikan dan berupaya

⁶ Amir Hamzah, *Metode Penelitian Kepustakaan (Library Research) Kajian filosofis, teoritis dan aplikatif* (Batu: Literasi Nusantara Abadi, 2019), 25.

⁷ Ibrâhîm Muṣṭafâ dkk., *al-Mu‘jam al-Wasîṭ*, vol. 1 (n.p.: Dâr al-Fikr, n.d.), 22.

⁸ Abd. Al-Hayy al-Farmawî, *Metode Tasir Maudhu‘i: dan Cara Penerapannya*, trans. oleh Rosihan Anwar, 2 ed. (Bandung: Pustaka Setia, 2002), 24.; Ahmad Izzan, *Metodologi Ilmu Tafsir*, 3 ed. (Bandung: Tafakur, 2011), 103.

⁹ Abdul Mustaqim, *Aliran-Aliran Tafsir* (Yogyakarta: Kreasi Wacana, 2005), 74.

¹⁰ Muhammad Hasbi Hidayatullah dan Muhammad Zakki, “Semantik Zaman Klasik Dan Zaman Modern,” *ARABIA: Jurnal Ilmu Bahasa Arab* 2, no. 02 (9 Desember 2024): 55, <https://jurnal.iaibafa.ac.id/index.php/Arabia/article/view/2841>.

mengkompromikan atau mengintegrasikan antara ilmu-ilmu modern dengan berbagai perangkat cabang keilmuannya yang tentunya memiliki relevansi dengan ayat yang sedang dikaji.¹¹

Kelima, sintetis temuan, yaitu di mana hasil analisis tafsir dibandingkan dengan temuan ilmiah untuk memahami sejauh mana ayat ini memberikan isyarat ilmiah yang sesuai dengan sains modern.¹²

Pembahasan

Analisis Tafsir Surah Ar-Rum Ayat 24

وَمِنْ آيَاتِهِ يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَيُخْرِجُ بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

"Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, Dia memperlihatkan kepadamu kilat (petir) untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan itu Dia menghidupkan bumi setelah mati. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti."

Dalam analisis linguistik terhadap ayat ini penulis berfokus pada tiga kata kunci utama: *al-barq* yang bermakna petir, *al-mâ'* yang bermakna air atau hujan dan *al-ard* yang bermakna tanah/bumi.

Kata *al-barq* berawal dari kata dasar *b-r-q* yang menunjukkan makna kilat atau cahaya yang muncul secara tiba-tiba, yang dapat diasumsikan sebagai petir.¹³ Dalam konteks ayat ini, kilat atau petir memiliki dua dimensi makna: *Pertama*, ketakutan (*khawfan*). *Kedua*, harapan (*tama'an*). Menurut Suhardiyanto yang dikutip oleh Halima dkk, petir dianggap berbahaya dikarenakan daya rusak yang bisa berakibat fatal, akan tetapi tidak dapat dipungkiri, ternyata selain berpotensi membuat kekhawatiran, petir terdapat manfaat, yaitu

¹¹ Muḥammad al-Tāhir Bin 'Āsyūr, *al-Taḥrîr wa al-Tanwîr*, vol. 1 (Tunis: Dâr al-Tûnisîyyah, 1984), 42–43.

¹² Lailatur Rohmah dan Asnawan Asnawan, "Farid Esack; Hermeneutics of Liberation of the Quran and Education," *Ushuly: Jurnal Ilmu Ushuluddin* 3, no. 1 (20 Januari 2024): 64–65, <https://doi.org/10.52431/ushuly.v3i1.2622>.

¹³ Al-Râghib al-Aṣfahânî, *Kamus Al-Qur'an : Penjelasan Lengkap Makna Kosakata Asing (Gharib) dalam Al-Qur'an*, 1 ed., vol. 1 (Jawa Barat: Pustaka Khazanah Fawa'id, 2017), 169.

terhadap kesuburan tanah.¹⁴

Kata *al-mâ'* termaktub dalam al-Quran terdapat 63 kali pengulangan dalam berbagai bentuk kata dan tersebar di 42 surah¹⁵ yang secara umum memiliki arti air,¹⁶ akan tetapi dalam konteks ayat ini merujuk pada hujan. Dalam banyak kitab-kitab tafsir, hujan diibaratkan sebagai sarana penyubur tanah yang mati, bahkan ada sebuah *statement* atau ungkapan Sayyid Quthb dalam kitabnya “Di mana ada air di situ juga ada kehidupan”¹⁷ juga dalam tafsir lainnya hujan bukan sekadar fenomena fisik, tetapi juga memiliki makna simbolik sebagai rahmat Allah. *Statement* atau ungkapan demikian juga dijelaskan oleh Muḥammad ‘Alī al-Ṣābūnī, “Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air”, beliau menerangkan bahwasanya Allah menegaskan air adalah sebagai sumber kebutuhan vital untuk semua makhluk ciptaan-Nya dan sumber segala kehidupan. Maka jika tidak ada air, tidak bisa hidup pula semua makhluk yang menetap di Bumi.¹⁸

Kemudian pada buku *Tafsir Al-Qur'an Tematik* karya Kemenag, disebutkan bahwa dalam menerangkan eksistensi air, al-Quran mengadopsi sejumlah indikator kata. *Pertama*, indikator kata *anzala* yang bermakna ‘menurunkan’ dan kata yang terbilang dekat, yaitu *sabba* yang bermakna mencurahkan air dari langit. *Kedua*, al-Quran menggunakan indikator kata *asqâ* yang memiliki arti memberi minum atau mengairi. *Ketiga*, al-Quran menggunakan indikator kata *ahyâ* yang secara makna membangkitkan atau menghidupkan. *Keempat*, al-Quran menggunakan indikator kata *akhraja* yang bermakna mengeluarkan atau memunculkan.¹⁹

Kata *al-arḍ* artinya adalah kebalikan dari kata *al-samâ'* yaitu

¹⁴ Halima, Eso, dan Safiudin, “Investigasi Pengaruh Paparan Petir terhadap Kandungan Nitrogen dalam Tanah di Kecamatan Poasia.”

¹⁵ Muḥammad Fu'ād ‘Abd al-Bāqī, *Al-Mu'jam al-Mufahras li Alfāz al-Qur'ān al-Karīm*, 4 ed. (Beirut: Dār al-Fikr, 1414 H), 857.

¹⁶ Al-Rāghib al-Aṣfahānī, *Kamus Al-Qur'an : Penjelasan Lengkap Makna Kosakata Asing (Gharib) dalam Al-Qur'an*, 1 ed., vol. 3 (Jawa Barat: Pustaka Khazanah Fawa'id, 2017), 553.

¹⁷ Sayyid Quthb, *Tafsir fi Zilal al-Qur'an di bawah Naungan Al-Qur'an*, trans. oleh As'ad Yasin dkk., 1 ed., vol. 9 (Jakarta: Gema Insani Press, 2004), 140.

¹⁸ Muḥammad ‘Alī al-Ṣābūnī al-Ṣābūnī, *Ṣafwat al-Tafāsīr*, vol. 2 (Jakarta: Dār al-Kutub al-Islāmiyyah, t.t.), 261.

¹⁹ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, *Tafsir Al-Qur'an Tematik*, 6 ed., 4 (Jakarta: Kamil Pustaka, 2020), 36–37.

sebuah ungkapan sesuatu yang paling rendah,²⁰ adapun dalam konteks ayat ini merujuk pada tanah yang sebelumnya mati dan kemudian menjadi subur akibat hujan. Yang mana proses ini dalam ilmu sains dijelaskan melalui siklus nitrogen, di mana tanah yang kekurangan unsur hara dapat kembali produktif melalui asupan air hujan yang mengandung nitrat dari atmosfer.²¹

Lebih lanjut dalam hadis riwayat al-Bukhari mengenai peristiwa hujan sebagai salah satu dari lima kegaiban yang hanya Allah mengetahuinya di mana ia akan turun dan kapan turunnya.

حَدَّثَنِي إِبرَاهِيمُ بْنُ الْمُنْذِرِ حَدَّثَنَا مَعْنُ قَالَ حَدَّثَنِي مَالِكٌ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ دِينَارٍ عَنْ ابْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ خَمْسٌ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا اللَّهُ لَا يَعْلَمُ مَا فِي غَدٍ إِلَّا اللَّهُ وَلَا يَعْلَمُ مَا تَغِيضُ الْأَرْحَامُ إِلَّا اللَّهُ وَلَا يَعْلَمُ مَتَى يَأْتِي الْمَطَرُ أَحَدٌ إِلَّا اللَّهُ وَلَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ وَلَا يَعْلَمُ مَتَى تَقُومُ السَّاعَةُ إِلَّا اللَّهُ.²²

“Telah menceritakan kepadaku Ibrahim bin al-Mundzir, telah menceritakan kepada kami Ma'an, dia berkata; Telah menceritakan kepadaku Malik dari Abdillâh bin Dinar dari Ibn Umar r.a. bahwasawanya Rasulullah ﷺ bersabda: “Kunci-kunci perkara gaib ada lima, yang tidak diketahui kecuali oleh Allah: Tidak ada yang mengetahui apa yang akan terjadi esok hari selain Allah. Tidak ada yang mengetahui apa yang dikandung dalam rahim selain Allah. Tidak ada yang mengetahui kapan hujan akan turun kecuali Allah. Tidak ada satu jiwa pun yang mengetahui di bumi mana ia akan meninggal. Dan tidak ada yang mengetahui kapan hari kiamat akan terjadi selain Allah.” (HR. Al-Bukhari, no. 4697).

Syarah yang terdapat pada buku *Sains dalam Hadis*, yang berfokus pada lafadz *Wa lâ ya'lamu matâ ya'tî al-maṭaru aḥadun illâ Allâh* (Ilmu tentang turunnya hujan hanyalah milik Allah, dan tak ada seorang pun yang mengetahuinya selain Dia). Dijelaskan oleh ilmuwan bahwa selama proses akan turunnya hujan awan terus berpindah sehingga tidak ada prediksi akurat di mana tetesan air hujan

²⁰ al-Aṣḥāḥānī, *Kamus Al-Qur'an: Penjelasan Lengkap Makna Kosakata Asing (Gharib) dalam Al-Qur'an*, 2017, 1:54.

²¹ “Nitrogen | Key Nutrients | Mosaic Crop Nutrition,” diakses 24 Maret 2025, <https://www.croptonutrition.com/nutrient-management/nitrogen/>.

²² Abū ‘Abdillâh Muḥammad ibn Ismâ‘îl al-Bukhârî, Ṣaḥîḥ al-Bukhârî, ed. oleh ‘Abd al-Bâqî ibn ‘Abd al-Ḥâfîz ibn ‘Abd al-Sattâr ibn Muḥammad al-‘Ajamî (Beirut: Dâr Ibn Kathîr, 2002), 1163.

akan jatuh, berapa skalanya, dan kapan tetesan air dari awan akan jatuh kecuali hanya Allah Ta'ala. Kemudian diantara komponen-komponen yang menyertai mekanisme ini adalah berapa kadar muatan listrik pada satu awan, awan-awan yang tersusun atau bertumpuk, juga efek dari violet di atas atmosfer Bumi, dan banyak lagi komponen yang belum diketahui.²³

Secara hipotesis tetesan air hujan tidak akan jatuh kecuali tahapan pencampuran telah ideal atau sempurna, yaitu tahapan pencampuran awan dengan partikel-partikel debu yang diterbangkan angin atau uap air yang kemudian pada ketebalan awan tertentu, tergabungnya awan antara satu dan lainnya dengan berbagai tingkat suhu panas, muatan listrik, kelembaban, dan sifat-sifat yang lain, lalu kemudian jatuhlah air dari awan-awan tersebut. Dari temuan ilmu pengetahuan ini, dapat dipahami bahwa belum ada yang dapat menjelaskan secara rinci bagaimana proses turunnya hujan secara akurat dan pasti, akan tetapi para ilmuwan hanya pada tingkat hipotesis, praduga dan teori. Maka jelaslah bahwa proses ini pada hakikatnya tidak diketahui kecuali oleh yang maha kuasa yaitu Allah Ta'ala, maka jelaslah bunyi hadis *Wa lâ ya'lamu matâ ya'tî al-maṭaru aḥadun illâ Allâh*, bahwa tidak ada yang mengetahui secara pasti kapan hujan akan turun kecuali Allah.²⁴

1. Interpretasi dalam Kitab Tafsir Klasik

a. Abû Ja'far Muḥammad bin Jarîr al-Ṭabarî (w. 310 H)

Beliau menafsirkan dalam kitabnya QS. ar-Rum [30]: 24, kata *al-barq* “*Dia menampakkan kepadamu kilat,*” saat dalam bepergian atau perjalanan, kemudian tiba-tiba kamu ditimpa hujan yang membuat kamu merasa kesusahan. *Wa tama'an* “*dan harapan,*” yaitu disaat kamu bermukim, kamu berharap diturunkan hujan, agar diberi kesejahteraan dan kesuburan pada sekitarmu. Jika kamu sebagai manusia yang memiliki akal tentunya mengetahui bahwa ini semua merupakan daripada tanda-tanda kekuasaan Allah. Adapun dari Qatadah ia menjelaskan maksud daripada ketakutan dan harapan adalah perasaan waswas bagi musafir dan secercah harapan bagi mereka yang bermukim.²⁵

²³ Zaghlul an-Najjar, *Sains dalam Hadis: Mengungkap Fakta Ilmiah dari Kemukjizatan Hadis Nabi*, trans. oleh Zainal Abidin dkk. (Jakarta: Amzah, 2011), 74–77.

²⁴ an-Najjar, 78–84.

²⁵ Abû Ja'far Muḥammad bin Jarîr al-Ṭabarî, *Tafsir ath-Thabari*, trans. oleh Ahsan Askan dkk., vol. 20 (Jakarta: Pustaka Azzam, 2009), 629–30.

b. Ismâ'îl bin 'Umar bin Kathîr al-Baṣrî al-Dimashqî (w. 774 H)

Adapun Ibn Kathîr beliau menerangkan QS. ar-Rum [30]: 24, ayat ini adalah salah satu daripada bukti keagungan dari Allah Ta'ala bagaimana ia memperlihatkan kilat kepada manusia, yang dengan demikian itu membuat manusia kadang merasa khawatir akan terjadinya sesuatu yang mengerikan, namun disisi lain juga timbulnya sebuah pengharapan bahwa akan turunnya hujan, yang dengan hujan itu menghidupkan bumi atau tanah yang tadinya kering dan tandus menjadi subur dan menumbuhkan berbagai tanam-tanaman. Tentunya ini sejalan dengan firmanNya QS. al-Hajj [22]: 5, yang artinya, *“Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah kami turunkan air (hujan) di atasnya, hiduplah bumi itu dan menjadi subur dan menumbuhkan berbagai jenis pasangan tetumbuhan yang indah”*.²⁶

c. Abû 'Abdillâh Fakhr al-Dîn Muḥammad bin 'Umar bin Ḥusayn al-Qurashî al-Ṭabaristânî (w. 604 H)

Kemudian Imam al-Râzî menjabarkan pada kitabnya secara lebih luas, yaitu ayat ini dapat dipahami dalam enam hal. *Pertama*, Allah mendahulukan penyebutan tanda-tanda yang berkaitan dengan manusia sebelum tanda-tanda yang berkaitan dengan alam. *Kedua*, dalam pembahasan tentang alam, Allah mendahulukan hal-hal yang berubah seperti petir dan hujan sebelum menyebutkan kesuburan tanah, sehingga hal ini menunjukkan tanda-tanda kebesaran Allah dengan lebih jelas. *Ketiga*, Allah menyebutkan petir dan hujan terlebih dahulu sebelum menyebutkan kesuburan tanah. Ini menunjukkan bahwa petir dan hujan berasal dari langit, sementara pertumbuhan terjadi di Bumi. *Keempat*, seperti halnya hujan membawa manfaat bagi pertumbuhan tanaman, petir juga memiliki manfaat, diantaranya; Ketika petir menyala orang berada diluar ruangan bersiap untuk berlindung agar tidak kehujanan, orang yang memiliki wadah ia bisa bersiap untuk menampung air hujan, dan para pengembara di padang pasir bisa mengetahui daerah mana yang subur berdasarkan petir yang muncul di arah tertentu. *Kelima*, para filsuf mengatakan bahwa petir terjadi karena gesekan antara udara dan air dalam awan akibat angin yang kuat. Fenomena ini mirip saat percikan api muncul akibat gesekan batu

²⁶ Ismâ'îl bin 'Umar bin Kathîr al-Baṣrî al-Dimashqî, *Tafsir Ibnu Katsir; Shahih, Sistematis, Lengkap*, trans. oleh Engkos Kosasih, 1 ed., vol. 5 (Jakarta: Maghfirah Pustaka, 2017), 286.

dan besi. Namun, apa pun mekanisme ilmiahnya, petir tetap merupakan sesuatu yang terjadi atas kehendak Allah. Bahkan jika benar bahwa petir muncul karena gesekan dalam awan, tetap saja proses tersebut menunjukkan bahwa ada yang mengatur fenomena itu, yaitu Allah. *Keenam*, mengapa ayat ini disebutkan “Bagi orang yang berakal” karena petir dan hujan tidak terjadi secara teratur di setiap tempat dan waktu. Kadang muncul di suatu daerah, kadang tidak. Kadang petirnya kuat, kadang lemah. Maka jelas fenomena demikian adanya kekuasaan Allah. Itulah sebabnya Allah menekankan diakhir kalimat bahwa fenomena ini bisa dipahami oleh mereka yang berakal.²⁷

2. Interpretasi dalam Kitab Tafsir Modern

a. Aḥmad Muṣṭafā al-Marāghī (w. 1371 H)

Dalam kitabnya beliau menjelaskan QS. ar-Rum [30]: 24, sebagai suatu ayat yang menjelaskan juga memperlihatkan sebuah fenomena alam yang dapat disaksikan oleh manusia yang mana fenomena tersebut adalah sebagai pelajaran bagi manusia dan bahan renungan bagi mereka yang mau berfikir.²⁸ Allah memperlihatkan kilat kepada manusia adalah sebagai salah satu daripada tanda kekuasaan Allah, yang dengannya kilat atau petir tersebut dapat menimbulkan rasa takut dan juga membawa harapan karena mendatangkan hujan yang menyuburkan tanah.²⁹

b. Ṭanṭāwī al-Jawharī al-Miṣrī (w. 1358 H)

Beliau menerangkan bahwa maksudnya memperlihatkan kalian kilat atau petir pada ayat ini QS. Ar-Rum [30]: 24 sebagai bentuk penceritaan kepada manusia yang mana mereka timbulnya rasa takut dari sambaran petir dan harapan terhadap hujan. Kemudian beliau mengaitkan ayat ini dengan ayat selanjutnya, bahwa langit dan bumi tegak tanpa tiang karena pengaturan, ketetapan, dan kebijaksanaannya. Sebab, dunia yang kita tinggali ini tidak berada di satu tempat, tapi bergerak di angkasa. Bumi berputar, awan berputar di sekelilingnya udara mengikutinya, pepohonan dan lainnya, tidak terkecuali hujan dan petir turun ditempat tertentu

²⁷ Fakhr al-Dīn al-Rāzī, *al-Tafsīr al-Kabīr*, 1 ed., vol. 25 (Beirut: Dār al-Fikr, 1401), 114–15.

²⁸ Farhan Masrury dan Afifah Wardah, “Eksistensi Kecerdasan Akal Dalam Al-Qur’an: Studi Tematik Tafsir Al-Manar,” *Ushuly: Jurnal Ilmu Ushuluddin* 3, no. 2 (3 Juli 2024): 104, <https://doi.org/10.52431/ushuly.v3i2.2762>.

²⁹ Aḥmad Muṣṭafā al-Marāghī, *Tafsīr al-Marāghī*, 1 ed., vol. 21 (Mesir: Muṣṭafā al-Bābī al-Ḥalabī, 1365 H), 39–40.

tergantung kehendak-Nya. Hal ini menunjukkan bahwa ini adalah tanda-tanda kebesaran Allah Ta'ala, bagaimana ia menahan semua alam semesta ini, menegakkannya, mengaturnya, serta menyusunnya dengan rapi.³⁰

c. Sayyid Quthb (w. 1966)

Menurut Sayyid Quthb beliau menerangkan, fenomena kilat merupakan bagian dari sistem yang terjadi akibat pergerakan arus listrik antara awan bermuatan atau antara awan dan permukaan Bumi. Fenomena ini sering disertai dengan petir dan hujan, yang berperan dalam siklus kehidupan. al-Quran seperti tabiatnya tidak merinci hakikat ilmiah dari fenomena semesta, melainkan menjadikannya sebagai sarana untuk menghubungkan manusia dengan penciptanya. Kilat menimbulkan dua reaksi fitrah dalam jiwa manusia, yaitu ketakutan terhadap kekuatannya yang dapat membakar dan harapan akan hujan yang membawa kehidupan. al-Quran menggambarkan Bumi sebagai entitas yang hidup, dihidupkan kembali oleh air yang turun dari langit, menjadikannya subur dan memungkinkan kehidupan bagi tumbuhan, hewan, serta manusia. Air, sebagai sumber utama kehidupan, menjadi bukti nyata dari tanda-tanda kebesaran Allah, yang mengundang manusia untuk bertadabur dan merenungkan keteraturan alam semesta.³¹

d. Muḥammad al-Ṭāhir Bin 'Āsyū (w. 1973)

Menurut Ibn 'Āsyū pada kitabnya beliau menerangkan makna dari QS. ar-Rum [30]: 24 adalah tanda kebesaran Allah yang kelima. Setelah sebelumnya telah dijelaskan tanda kebesaran Allah dalam ayat ini yang pertama di mulai dari ayat 20. Beliau menerangkan bahwa kata *al-barq* (petir) dengan struktur kalimat *yurikum al-barq* (Dia memperlihatkan petir kepada kalian) gaya bahasa ini bertujuan untuk mengarahkan manusia agar mengakui tanda-tanda dari kekuasaan Allah Ta'ala, karena tanda-tanda ini tidak berhubungan langsung dengan diri manusia, melainkan hanya bisa disaksikan. Sebagaimana firman-Nya dalam QS. ar-Ra'd [13]: 2 yang artinya, "*Allah yang meninggikan langit tanpa tiang yang kalian lihat...*".

Adapun pada kalimat *khawfan wa tama'an* (rasa takut dan harapan) kedua kata ini dapat ditafsirkan 'rasa takut yang kalian rasakan dan harapan yang kalian inginkan.' Sebab petir merupakan

³⁰ Ṭanṭāwī al-Jawharī al-Miṣrī, *al-Jawāhir fī Tafsīr al-Qur'ān*, 2 ed., vol. 8 (Beirut: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah, 1437), 32–33.

³¹ Quthb, *Tafsīr fī Zilal al-Qur'an di bawah Naungan Al-Qur'an*, 9:140.

bagian dari kekuatan listrik yang diciptakan-Nya dalam awan dan menjadikannya fenomena yang bisa disaksikan manusia. Dengan kebijaksanaannya petir membangkitkan rasa takut di hati manusia, yaitu ketakutan bahwa petir bisa menjadi azab yang timpakan Allah. Namun, di sisi lain, petir juga membangkitkan harapan, sebab, turunnya hujan sering kali terlintas dalam benak seseorang ketika melihat petir.

Ayat ini dijadikan sebagai tanda-tanda kebesaran Allah, karena di dalamnya terdapat keajaiban besar dalam penciptaan kekuatan-kekuatan alam yang menjadi sebab terjadinya petir, turunnya hujan dan tumbuhnya tanaman setelah tanah yang kering menjadi subur kembali. Allah menegaskan bahwa manfaat dari tanda-tanda hanya bisa pahami oleh mereka yang berakal, karena sikap keras kepada atau penolakan tidak dapat menerima ini sebagai bukti kekuasaan Allah Ta'ala.³²

e. Muhammad Quraish Shihab (1944 – sekarang)

Dalam kitabnya *Tafsir al-Mishbah* beliau menjelaskan bahwa QS. ar-Rum [30]: 24 ini menerangkan perihal separuh dari apa yang dapat dilihat di langit. Yaitu keberadaan muatan listrik dalam awan, bagaimana sebuah kilat yang ada di langit menimbulkan ketakutan apalagi bagi para pelaut, mereka berdoa agar tidak kena sambarannya, juga disisi lain ia menjadi harapan agar turunnya hujan, yang mana jika hujan turun maka dengannya yakni air yang dibawa akan menghidupkan bumi yang tadinya kering dan tandus menjadi subur. Kata *Tama'an* dipakai untuk mendeskripsikan akan keinginan sesuatu, yang lazimnya tidak mudah untuk didapatkan. Penggunaan kata ini, mengindikasikan bahwa air hujan adalah bisa dikatakan secara pasti sesuatu yang berada diluar kemampuan manusia, walaupun kini ada cara-cara untuk membuat hujan buatan, akan tetapi hujan yang dihasilkan tidaklah seperti hujan yang mampu menyuburkan tanah yang tandus.³³

f. Tafsir Ilmi Kemenag

Adapun dalam *Tafsir Ilmi Kemenag*, dijelaskan bahwa QS. ar-Rum [30]: 24 adalah air hujan yang menghidupkan. Para ahli radio astronomi telah memverifikasi sedikitnya ada sekitar seratus jenis molekul organik yang ditemukan dalam awan. Beberapa di

³² Muḥammad al-Ṭāhir Bin 'Āsyūr, *al-Taḥrīr wa al-Tanwīr*, vol. 21 (Tunis: Dār al-Tūnisiyyah, 1984), 77–79.

³³ Muḥammad Quraish Shihab, *Tafsir al-Mishbāh : Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*, 4 ed., vol. 11 (Jakarta: Lentera Hati, 2005), 41–42.

antaranya termasuk asam amino, yang merupakan komponen utama dalam pembentukan protein. Pembentukan asam amino di dalam awan terjadi akibat adanya muatan listrik yang menyambar larutan pekat yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan oksigen (O). Unsur-unsur ini banyak ditemukan dalam awan pekat yang dingin, sementara sengatan listrik dari kilat yang sering terjadi di dalam awan memungkinkan terjadinya sintesis berbagai molekul organik.³⁴

Disebutkan apa yang menyebabkan mengapa air hujan selalu dijelaskan dalam al-Quran sebagai; menghidupkan Bumi yang telah tandus atau mati, menghidupkan Bumi yang telah kering, setelah air hujan turun kami tumbuhkan berbagai macam tumbuhan dan tanaman. Penelitian menyebutkan hal ini karena di dalam air hujan terdapat 3 keajaiban:³⁵

- 1) Air berfungsi sebagai media cair yang memungkinkan terjadinya perubahan enzimatik pada biji-bijian, sehingga mendorong pertumbuhannya menjadi tanaman.
- 2) Air bertindak sebagai media cair yang memungkinkan akar tanaman menyerap unsur hara melalui proses pertukaran ion, yang tidak dapat berlangsung tanpa keberadaan air.
- 3) Air hujan mengandung berbagai nutrisi, termasuk amonia dan nitrat, yang berasal dari atmosfer dan larut di dalamnya.³⁶

Dari pembahasan yang telah diuraikan QS. ar-Rum [30]: 24 menegaskan tanda-tanda kebesaran Allah melalui fenomena alam, khususnya petir dan hujan, yang berimplikasi pada kehidupan manusia dan lingkungan.³⁷ Dari perspektif linguistik, petir (*al-barq*) dalam ayat ini memiliki makna dualistik, yaitu menimbulkan ketakutan sekaligus harapan, sementara hujan (*al-mâ'*) berperan sebagai sumber kehidupan bagi tanah yang mati (*al-ard*). Dalam tafsir klasik, karya Fakhruddin al-Razi dan *Tafsir Ibnu Katsir*, ayat ini lebih ditekankan dalam konteks teologis, di mana petir dipandang sebagai tanda kebesaran Allah yang membangkitkan

³⁴ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dan LIPI, *Tafsir Ilmi: Air dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains* (Jakarta: Widya Cahaya, 2018), 68–69.

³⁵ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dan LIPI, 70–71.

³⁶ Permana dkk., *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*, 29.

³⁷ Fawait Syaiful Rahman, "KONTEKSTUALISASI KONSEP JODOH, SAKINAH, MAWADAH, WARAHMAH DALAM AL-QUR'AN," *Tafâquh: Jurnal Penelitian Dan Kajian Keislaman* 8, no. 2 (1 Desember 2020): 208, <https://doi.org/10.52431/tafaquh.v8i2.331>.

ketakutan akan azab dan harapan akan rahmat. Fakhruddin al-Razi juga menambahkan bahwa fenomena ini memiliki manfaat, seperti bagi para pengembara yang dapat memperkirakan daerah subur berdasarkan keberadaan hujan dan petir. Dalam tafsir modern, seperti karya Sayyid Quthb, petir dijelaskan dalam konteks ilmiah sebagai akibat gesekan antara awan dan permukaan bumi, tetapi tetap dalam bingkai bahwa fenomena tersebut adalah bagian dari sistem yang diatur oleh Allah. Sementara itu, *Tafsir Ilmi Kemenag* secara eksplisit menghubungkan ayat ini dengan sains modern, menjelaskan bahwa petir memainkan peran dalam awan, yaitu proses alami yang mengolah nitrogen atmosfer menjadi senyawa nitrogen yang dapat diinfiltrasi oleh tanah dan meningkatkan kesuburan. Persamaan di antara tafsir-tafsir ini adalah bahwa semuanya mengakui petir dan hujan sebagai tanda kekuasaan Allah yang harus direnungkan oleh manusia. Perbedaannya terletak pada pendekatan yang digunakan: tafsir klasik menyoroti aspek spiritual dan metaforis tanpa mengaitkan dengan ilmu pengetahuan, kecuali *Tafsir al-Kabir*, sementara dalam tafsir modern, khususnya *Tafsir Ilmi Kemenag*, mulai menghubungkannya dengan sains modern, menunjukkan bahwa ayat ini mengandung isyarat ilmiah yang sejalan dengan penemuan ilmiah modern.

Proses Fiksasi Nitrogen oleh Petir dalam Ilmu Atmosfer

1. Definisi Fiksasi Nitrogen

Zat Nitrogen (N) merupakan unsur hara yang sangat amat penting bagi kehidupan, terlebih bagi tanaman. Unsur ini berperan sebagai komponen utama dalam pembentukan protein, asam nukleat, dan klorofil serta berkontribusi dalam proses mekanisme fotosintesis.³⁸ Kandungan nitrogen yang terdapat pada atmosfer mencapai kira-kira 78%, tetapi sebagian besar nitrogen ini berbentuk molekul yang kurang reaktif, yang mana nitrogen ini tidak dapat langsung diserap oleh tanaman.³⁹ Sebagai hara esensial, nitrogen berfungsi dalam penyusunan asam amino, protein, klorofil yang

³⁸ N.D. Purwantari, "Penambatan Nitrogen Secara Biologis: Perspektif dan Keterbatasannya," *WARTAZOA: Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia* 18, no. 1 (2008): 9–17, <https://repository.pertanian.go.id/bitstreams/4f79e62b-8fac-4f9d-b74f-7e7fd1add8cf/download>.

³⁹ Shah Jahan Leghari dkk., "Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review," *Advances in Environmental Biology* 10, no. 9 (September 2016): 209–218, <https://www.aensiweb.net/AENSIWEB/aeb/aeb/2016/September/209-218.pdf>.

berperan dalam fotosintesis, serta sebagai bagian dari komponen inti sel.⁴⁰

Secara umum, proses fiksasi nitrogen dapat diklasifikasi menjadi tiga cara, yaitu secara fisik melalui fenomena petir, secara kimiawi dalam proses industri pembuatan pupuk, serta secara biologis. Fiksasi nitrogen secara biologis melibatkan aktivitas bakteri yang mampu memperoleh nitrogen dari berbagai senyawa organik atau langsung dari gas N_2 di udara.⁴¹

Fiksasi nitrogen adalah proses konversi nitrogen atmosfer (N_2) menjadi senyawa nitrogen yang dapat digunakan oleh makhluk hidup, seperti amonia (NH_3), nitrat (NO_3^-), dan nitrit (NO_2^-). Proses ini sangat penting dalam siklus nitrogen karena nitrogen dalam bentuk gas (N_2) di atmosfer tidak dapat langsung digunakan oleh sebagian besar organisme. Dalam ilmu agronomi ada dua cara utama untuk memasukkan zat nitrogen (N) ke dalam tanah:

a. Fiksasi Nitrogen secara Alami

Proses ini terjadi secara alami melalui bantuan mikroorganisme dan fenomena alam, yaitu;

- 1) Aktivitas bakteri mikroorganisme seperti *Rhizobium* (hidup di akar tanaman legum seperti kacang-kacangan) dan *Azotobacter* (hidup bebas di tanah) mampu menyerap nitrogen dari udara dan mentransformasikannya menjadi senyawa yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.
- 2) Peristiwa alam seperti petir dan hujan, kilat atau petir menyebabkan reaksi kimia di atmosfer yang mengubah nitrogen oksida yang terbentuk akan berinteraksi dengan udara di atmosfer menghasilkan asam nitrat, yang kemudian turun ke permukaan bumi dan berfungsi sebagai pupuk alami. Selanjutnya, ion nitrat yang terdapat dalam air dapat

⁴⁰ Herniwati Herniwati dan M. Basir Nappu, "ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK NITROGEN (N) TANAMAN PADI SAWAH PADA TANAH INCEPTISOLS: ANALYSIS OF NITROGEN FERTILIZER USE EFFICIENCY ON RICE IN IRRIGATED LAND OF SOUTH SULAWESI," *Jurnal Agrisistem* 14, no. 1 (Juni 2018): 55–64, <https://ejournal.polbangtanjung-gowa.ac.id/index.php/J-Agr/article/view/121>.

⁴¹ Fadilla Sapalina, Eko Noviandi Ginting, dan Fandi Hidayat, "BAKTERI PENAMBAT NITROGEN SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER," *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 27, no. 1 (23 Februari 2022): 41–50, <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.80>.

mengalami reduksi oleh zat humat menjadi nitrit, N_2 , dan ion NH_4^+ , sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.⁴²

b. Penambahan Nitrogen secara Buatan (Sintetis)

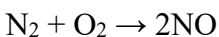
- 1) Pupuk nitrogen buatan, petani menggunakan pupuk yang mengandung nitrogen seperti urea ($CO(NH_2)_2$), amonium sulfat $(NH_4)_2SO_4$ atau amonium nitrat (NH_4NO_3), untuk meningkatkan kesuburan tanah.
- 2) Proses Haber-Bosch, proses industri ini mengolah nitrogen dari udara berubah menjadi amonia (NH_3), yang kemudian digunakan dalam produksi pupuk nitrogen sintetis.

2. Peran Petir dalam Fiksasi Nitrogen

Dalam ilmu atmosfer, kilat atau petir berperan sangat penting dalam fiksasi nitrogen. Reaksi fiksasi nitrogen biasanya diistilahkan sebagai suatu proses *topping-up*, yaitu suatu fungsi peningkatan pada keberadaan senyawa nitrogen,⁴³ yaitu dengan cara mengolah gas nitrogen yang ada di udara menjadi unsur yang lebih reaktif. Ketika petir menyambar, suhu di sekitarnya bisa mencapai $30.000^\circ C$, cukup untuk menyebabkan gas nitrogen (N_2) bereaksi dengan oksigen (O_2) di atmosfer. Reaksi ini menghasilkan nitrogen oksida (NO dan NO_2), yang kemudian berinteraksi dengan uap air (H_2O) di atmosfer untuk membentuk asam nitrat (HNO_3). Asam nitrat ini kemudian turun ke tanah bersama air hujan dalam bentuk nitrat (NO_3^-), yang dapat langsung diserap oleh tanaman sebagai nutrisi utama.⁴⁴

3. Mekanisme Kimia Fiksasi Nitrogen melalui Fenomena Petir

a. Pembentukan nitrogen oksida akibat energi petir:⁴⁵



(Gas nitrogen bereaksi dengan gas oksigen membentuk nitrogen monoksida.)

⁴² Sapalina, Noviandi Ginting, dan Hidayat.

⁴³ Restu N, "Siklus Nitrogen: Pengertian, Peran, Fungsi, dan Contohnya," diakses 24 Maret 2025, <https://www.gramedia.com/literasi/siklus-nitrogen/>.

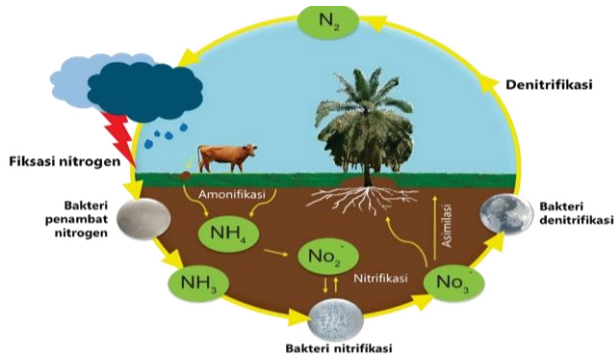
⁴⁴ "Proses biotik dan abiotik fiksasi nitrogen / Biologi," Thpanorama - Jadikan diri Anda lebih baik hari ini!, diakses 24 Maret 2025, <https://id.thpanorama.com/articles/biologa/fjacin-de-nitrgeno-procesos-biticos-y-abiticos.html>.

⁴⁵ Halima, Eso, dan Safiudin, "Investigasi Pengaruh Paparan Petir terhadap Kandungan Nitrogen dalam Tanah di Kecamatan Poasia.," Patrick Barth dkk., "Isotopic Constraints on Lightning as a Source of Fixed Nitrogen in Earth's Early Biosphere," *Nature Geoscience* 16, no. 6 (Juni 2023): 478–84, <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01187-2>.

- b. Reaksi lebih lanjut dengan oksigen membentuk nitrogen dioksida:⁴⁶

$$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$$
 (Nitrogen monoksida bereaksi dengan oksigen menghasilkan nitrogen dioksida.)
- c. Pembentukan asam nitrat akibat interaksi dengan uap air:

$$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$$
 (Nitrogen dioksida berinteraksi dengan air menghasilkan asam nitrat dan asam nitrit.)
- d. Turunnya senyawa nitrogen bersama hujan:⁴⁷
 Asam nitrat yang terbentuk ini kemudian bercampur dengan air hujan dan turun ke tanah, di mana ia mengalami disosiasi menjadi ion nitrat (NO_3^-) dan hidrogen (H^+). Nitrat ini dapat diserap oleh tanaman dan menjadi bagian dari rantai makanan.



Gambar 1. Siklus Nitrogen di Alam (Sumber: Sapalina et al., 2022).

4. Dampak Fiksasi Nitrogen oleh Petir terhadap Kesuburan Tanah

Air hujan yang mengandung senyawa nitrogen berperan dalam menyuburkan tanah, terutama di daerah yang memiliki frekuensi petir tinggi. Tanah yang mendapatkan tambahan nitrat dari hujan ini dapat mengalami peningkatan produktivitas karena:

- a. Memperbaiki ketersediaan nitrogen dalam tanah tanpa perlu menggunakan pupuk buatan.

⁴⁶ R. D. Hill, R. G. Rinker, dan H. Dale Wilson, "Atmospheric Nitrogen Fixation by Lightning" *Journal of the Atmospheric Sciences* 37, no. 1 (1 Januari 1980): 179–192, [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1980\)037<0179:ANFBL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1980)037<0179:ANFBL>2.0.CO;2); Ryuichi Wada dkk., "Ground-Based Observation of Lightning-Induced Nitrogen Oxides at a Mountaintop in Free Troposphere," *Journal of Atmospheric Chemistry* 76, no. 2 (1 Juni 2019): 133–150, <https://doi.org/10.1007/s10874-019-09391-4>.

⁴⁷ W. L. Chameides dan J. C. G. Walker, "Rates of Fixation by Lightning of Carbon and Nitrogen in Possible Primitive Atmospheres," *Origins of Life* 11, no. 4 (1 Desember 1981): 291–302, <https://doi.org/10.1007/BF00931483>.

- b. Mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan unsur hara esensial untuk sintesis protein dan klorofil.
- c. Menyeimbangkan ekosistem pertanian, di mana tanah yang miskin nitrogen dapat memperoleh asupan alami melalui proses ini.

Relevansi Makna Surah Ar-Rum Ayat 24 Dengan Sains Modern

Maurice Bucaille dalam karyanya menjelaskan relasi makna Quran dan sains, walaupun ia tidak mengambil QS. ar-Rum [30]: 24 akan tetapi ia menerangkan ayat yang mirip yaitu QS. ar-Ra'd [13]: 12-13 dan QS. an-Nur [24]: 43. Beliau menerangkan bahwa fenomena listrik di atmosfer, seperti petir dan hujan es memiliki hubungan dengan munculnya petir, yaitu bagaimana tumpukkan awan-awan tebal berkumpul yang bisa menyebabkan hujan ataupun hujan es, petir atau guntur sebagai harapan membawa hujan, juga bisa menjadi sebuah ketakutan akan sambarannya. Fenomena ini sejalan dengan pengetahuan modern terkait listrik di atmosfer.⁴⁸

Adapun mengenai penjelasan air dan kesuburan tanah Maurice mengutip QS. Taha [20]: 53-54 dan QS. an-Nazi'at [79]: 30-33, dalam ayat-ayat seperti ini, ditekankan bagaimana pentingnya air serta dampaknya pada kesuburan tanah. Referensi yang ada pada al-Quran tidak terbatas hanya pada informasi atau aspek geografis ini. Menurut ilmu pengetahuan modern, karakteristik Bumi sebagai sebuah planet yang memiliki unsur air yang sangat banyak, tentunya ini adalah suatu hal yang unik dalam tata surya. Hal inilah yang ditekankan oleh al-Quran, yaitu tanpa air, planet Bumi sudah pasti akan berubah menjadi planet mati seperti Bulan. Oleh karena itu, al-Quran sebagai pedoman umat Islam konsisten menempatkan air sebagai unsur utama dalam fenomena alam yang disebutkan. Begitupun siklus air juga digambarkan oleh al-Quran dengan ketetapan yang luar biasa.⁴⁹

Surah Ar-Rum ayat 24 menyatakan bahwa salah satu tanda kebesaran Allah adalah memperlihatkan kilat (petir) yang menyebabkan rasa takut dan juga harapan, serta menurunkan air dari langit yaitu hujan yang menghidupkan bumi setelah mati atau kering. Secara ilmiah, ayat ini menggambarkan hubungan antara petir, hujan, dan kesuburan tanah yang memiliki keterkaitan erat dalam siklus nitrogen dan proses ekologi modern. Sains modern menjelaskan

⁴⁸ Maurice Bucaille, *The Bible, The Qur'an and Science: The Holy Scriptures Examined in the Light of Modern Knowledge*, trans. oleh Alastair D. Pannell, 2 ed. (Lahore: Islamic Book Service, 1998), 183.

⁴⁹ Maurice Bucaille, *Bibel, Qur'an dan Sains Modern*, trans. oleh M. Rasjidi, 12 ed. (Jakarta: Bulan Bintang, 1996), 195–196.

bahwa petir memiliki peran penting dalam siklus nitrogen. Ketika petir terjadi, suhu tinggi ($\sim 30.000^{\circ}\text{C}$) menyebabkan gas nitrogen (N_2) di atmosfer berinteraksi dengan oksigen (O_2) menghasilkan nitrogen oksida (NO dan NO_2). Senyawa ini kemudian larut dalam air hujan dan berubah menjadi nitrat (NO_3^-), sebagai salah satu unsur hara yang amat penting, kemudian diserap oleh tanah dan menjadi pupuk alami bagi tumbuhan.⁵⁰

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fiksasi nitrogen alami oleh petir menyumbang sekitar 5-8% dari total nitrogen yang masuk ke ekosistem bumi setiap tahunnya. Penelitian ini diteliti oleh Vitousek et al. (1997).⁵¹ Kemudian Henry yang dikutip oleh Didik bagaimana menjelaskan siklus nitrogen yang terbentuk akibat petir berkontribusi terhadap keseimbangan nitrogen dalam ekosistem global.⁵² Dan lebih lanjut dalam artikel yang ditulis oleh Richard (2022) membuktikan bahwa hujan yang turun setelah badai petir memiliki konsentrasi nitrat yang lebih tinggi dibandingkan hujan biasa, yang memperkuat hipotesis bahwa petir berperan dalam fiksasi nitrogen alam.⁵³

Dalam agronomi modern, hujan bukan hanya sumber air bagi tanaman tetapi juga merupakan mekanisme alami untuk mendistribusikan unsur hara, termasuk nitrogen. Fiksasi nitrogen oleh petir yang terbawa dalam hujan memiliki beberapa dampak agronomi:⁵⁴

1. Meningkatkan kandungan nitrogen tanah, yang esensial bagi pertumbuhan tanaman.
2. Mengurangi kebutuhan pupuk sintetis, sehingga mendukung sistem pertanian berkelanjutan.
3. Memperbaiki kualitas tanah secara alami, terutama di daerah yang miskin unsur nitrogen.

⁵⁰ Didi Carsidi, *Nitrogen Di Dalam Tanah* (Sumatera Barat: Get Press Indonesia, 2023), 35–36.

⁵¹ Peter M. Vitousek dkk., “Human Domination of Earth’s Ecosystems,” *Science* 277, no. 5325 (25 Juli 1997): 494–499, <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>.

⁵² Didik Wisnu Widjanto, *Dinamika Nitrogen dalam Sistem Pertanian* (Semarang: Universitas Diponegoro Press, 2010), 3.

⁵³ Richard Gaughan, “Does Rainwater Contain Nitrogen?,” *Sciencing*, 19 April 2018, <https://www.sciencing.com/rainwater-contain-nitrogen-8461/>.

⁵⁴ Purwantari, “Penambatan Nitrogen Secara Biologis: Perspektif dan Keterbatasannya.”

Jika dikonstruksikan makna surah Ar-Rum ayat 24 menunjukkan hubungan erat antara fenomena petir, hujan, dan kesuburan tanah yang dalam kajian sains modern berkaitan dengan proses fiksasi nitrogen alami. Dapat dilihat dalam tafsir klasik karya Fakhruddin al-Razi, beliau menegaskan bahwa petir tidak hanya menimbulkan ketakutan tetapi juga membawa manfaat, terutama dalam meningkatkan kesuburan tanah, bagaimana para pengembara juga mengetahui pada masa itu bahwa daerah hujan yang disertai petir maka akan subur daerah tersebut. Sejalan dengan ilmu agronomi modern yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa petir berperan dalam memecah nitrogen di atmosfer sehingga membentuk senyawa yang dapat diserap tanah. Perspektif ilmiah ini diperkuat oleh penelitian yang menunjukkan bahwa reaksi petir dengan gas nitrogen menghasilkan senyawa nitrat yang terbawa oleh air hujan, berkontribusi terhadap keseimbangan ekosistem pertanian. Pendekatan tafsir modern, sebagaimana diungkapkan dalam karya Maurice Bucaille dan Quraish Shihab, turut menggarisbawahi bahwa fenomena ini adalah bagian dari keteraturan sistem alam yang telah ditetapkan oleh Allah, sejalan dengan temuan ilmiah dalam bidang atmosfer dan agronomi.

Penutup

Dari apa yang telah dibahas, penulis menegaskan bahwa surah Ar-Rum ayat 24 tidak hanya berbicara dalam konteks teologis, tetapi juga mengandung isyarat ilmiah yang relevan dengan sains modern, khususnya dalam bidang ilmu atmosfer dan agronomi. Penelitian ini menemukan bahwa kilat dan hujan yang disebutkan dalam ayat tersebut memiliki keterkaitan langsung dengan proses fiksasi nitrogen alami di atmosfer akibat sambaran petir. Proses ini menghasilkan nitrogen oksida yang kemudian larut dalam air yang jatuh dari langit, yaitu hujan dan terinfiltrasi ke dalam tanah sebagai nitrat, berperan penting untuk meningkatkan kesuburan pada tanah. Temuan ini sejalan dengan kajian ilmiah yang membuktikan bahwa petir menyumbang sekitar 5-8% dari total nitrogen yang masuk ke ekosistem bumi setiap tahunnya.

Dari perspektif tafsir, penelitian ini mengidentifikasi perbedaan pendekatan antara tafsir klasik dan modern dalam menafsirkan ayat tersebut. Tafsir klasik, seperti karya Fakhruddin al-Razi, menekankan aspek teologis dan manfaat praktis petir bagi manusia, termasuk bagi para pengembara yang mengetahui bahwa daerah yang sering terkena hujan dan petir cenderung lebih subur. Sebaliknya, tafsir modern, seperti *Tafsir Ilmi Kemenag*, lebih mengaitkan ayat ini dengan temuan

ilmiah mengenai peran petir dalam siklus nitrogen. Sayyid Quthb dalam kitabnya juga menunjukkan kecenderungan ilmiah dengan menyebutkan bahwa fenomena petir merupakan hasil dari gesekan antara awan dan permukaan bumi, suatu pandangan yang mendekati teori atmosfer modern.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam upaya integrasi antara kajian tafsir dan ilmu sains. Dengan memahami bagaimana ayat-ayat yang terdapat pada al-Quran selaras dengan fenomena ilmiah, studi ini membuka peluang bagi penelitian lebih lanjut mengenai korelasi antara berbagai fenomena alam yang dijelaskan al-Quran dengan ilmu pengetahuan empiris. Lebih dari itu, temuan ini juga menegaskan bahwa perspektif ilmiah dapat memperkaya wawasan terhadap apa yang dijelaskan al-Quran, sekaligus memperkuat keyakinan akan keselarasan wahyu dengan *sunnatullah* yang telah ditetapkan oleh Allah.

Daftar Pustaka

- Afbirfani, Vivi. “KAJIAN BUKU AJAR SISWA DALAM PEMBELAJARAN SAINS PERSPEKTIF INTEGRASI PEMBELAJARAN SAINS DAN ISLAM MI.” *Muróbbî: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 2 (1 September 2020): 301–12. <https://doi.org/10.52431/murobbi.v4i2.387>.
- Aṣṣahānī, Al-Rāghib al-. *Kamus Al-Qur'an : Penjelasan Lengkap Makna Kosakata Asing (Gharib) dalam Al-Qur'an*. 1 ed. Vol. 1. Jawa Barat: Pustaka Khazanah Fawa'id, 2017.
- . *Kamus Al-Qur'an : Penjelasan Lengkap Makna Kosakata Asing (Gharib) dalam Al-Qur'an*. 1 ed. Vol. 3. Jawa Barat: Pustaka Khazanah Fawa'id, 2017.
- ‘Āsyūr, Muḥammad al-Ṭahīr bin. *al-Tahrīr wa al-Tanwīr*. Vol. 1. Tunis: Dār al-Tunisiyyah, 1984.
- . *al-Tahrīr wa al-Tanwīr*. Vol. 21. Tunis: Dār al-Tunisiyyah, 1984.
- Baqi, Muhammad Fu'ad ‘Abd al-. *Al-Mu'jam al-Mufahras li Alfaz Al-Qur'an al-Karim*. 4 ed. Beirut: Dār al-Fikr, 1414.
- Barth, Patrick, Eva E. Stüeken, Christiane Helling, Lukas Rossmann, Yuqian Peng, Wendell Walters, dan Mark Claire. “Isotopic Constraints on Lightning as a Source of Fixed Nitrogen in

- Earth's Early Biosphere.” *Nature Geoscience* 16, no. 6 (Juni 2023): 478–84. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01187-2>.
- Bucaille, Maurice. *Bibel, Qur'an dan Sains Modern*. Diterjemahkan oleh M. Rasjidi. 12 ed. Jakarta: Bulan Bintang, 1996.
- . *The Bible, The Qur'an and Science : The Holy Scriptures Examined in the Light of Modern Knowledge*. Diterjemahkan oleh Alastair D. Pannell. 2 ed. Lahore: Islamic Book Service, 1998.
- Bukhārī, Abū ‘Abdillāh Muḥammad ibn Ismā‘īl al-. *Ṣaḥīḥ al-Bukhārī*. Disunting oleh ‘Abd al-Bāqī ibn ‘Abd al-Ḥāfiẓ ibn ‘Abd al-Sattār ibn Muḥammad al-‘Ajamī. Beirut: Dār Ibn Kathīr, 2002.
- Carsidi, Didi. *Nitrogen Di Dalam Tanah*. Sumatera Barat: Get Press Indonesia, 2023.
- Chameides, W. L., dan J. C. G. Walker. “Rates of Fixation by Lightning of Carbon and Nitrogen in Possible Primitive Atmospheres.” *Origins of Life* 11, no. 4 (1 Desember 1981): 291–302. <https://doi.org/10.1007/BF00931483>.
- Dimashqi, Ismā‘īl bin Umar bin Kathīr al-Baṣri al-. *Tafsir Ibnu Katsir; Shahih, Sistematis, Lengkap*. Diterjemahkan oleh Engkos Kosasih. 1 ed. Vol. 5. Jakarta: Maghfirah Pustaka, 2017.
- Farmawi, Abd. Al-Hayy al-. *Metode Tasir Maudhu'i: dan Cara Penerapannya*. Diterjemahkan oleh Rosihan Anwar. 2 ed. Bandung: Pustaka Setia, 2002.
- Gaughan, Richard. “Does Rainwater Contain Nitrogen?” Sciencing, 19 April 2018. <https://www.sciencing.com/rainwater-contain-nitrogen-8461/>.
- Halima, Rosliana Eso, dan La Ode Safiudin. “Investigasi Pengaruh Paparan Petir terhadap Kandungan Nitrogen dalam Tanah di Kecamatan Poasia.” *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika* 5, no. 2 (April 2020): 171–79. <http://dx.doi.org/10.36709/jipfi.v5i2.13303>.
- Hamzah, Amir. *Metode Penelitian Kepustakaan (Library Research) Kajian filosofis, teoritis dan aplikatif*. Batu: Literasi Nusantara Abadi, 2019.

- Herniwati, Herniwati, dan M. Basir Nappu. “ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK NITROGEN (N) TANAMAN PADI SAWAH PADA TANAH INCEPTISOLS: ANALYSIS OF NITROGEN FERTILIZER USE EFFICIENCY ON RICE IN IRRIGATED LAND OF SOUTH SULAWESI.” *Jurnal Agrisistem* 14, no. 1 (Juni 2018): 55–64.
- Hidayatullah, Muhammad Hasbi, dan Muhammad Zakki. “Semantik Zaman Klasik Dan Zaman Modern.” *ARABIA: Jurnal Ilmu Bahasa Arab* 2, no. 02 (9 Desember 2024): 51–59.
- Hill, R. D., R. G. Rinker, dan H. Dale Wilson. “Atmospheric Nitrogen Fixation by Lightning.” *Journal of the Atmospheric Sciences* 37, no. 1 (1 Januari 1980): 179–92. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1980\)037<0179:ANFBL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1980)037<0179:ANFBL>2.0.CO;2).
- Izzan, Ahmad. *Metodologi Ilmu Tafsir*. 3 ed. Bandung: Tafakur, 2011.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an. *Tafsir Al-Qur’an Tematik*. 6 ed. 4. Jakarta: Kamil Pustaka, 2020.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an dan LIPI. *Tafsir Ilmi: Air dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains*. Jakarta: Widya Cahaya, 2018.
- Leghari, Shah Jahan, Niaz Ahmed Wahocho, Ghulam Mustafa Laghari, Abdul Hafeez Laghari, Ghulam Mustafa Bhabhan, Khalid Hussain Talpur, Tofique Ahmed Bhutto, Safdar Ali Wahocho, dan Ayaz Ahmed Lashari. “Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review.” *Advances in Environmental Biology* 10, no. 9 (September 2016): 209–18.
- Marāghī, Aḥmad Muṣṭafā al-. *Tafsīr al-Marāghī*. 1 ed. Vol. 21. Mesir: Muṣṭafā al-Bābī al-Ḥalabī, 1365.
- Masrury, Farhan, dan Afifah Wardah. “Eksistensi Kecerdasan Akal Dalam Al-Qur’an: Studi Tematik Tafsir Al-Manar.” *Ushuly: Jurnal Ilmu Ushuluddin* 3, no. 2 (3 Juli 2024): 102–21. <https://doi.org/10.52431/ushuly.v3i2.2762>.
- Maula, Nuaimah Anatul, dan Safruroh Safruroh. “Isyarat Ayat Al-Quran Terhadap Peristiwa Ilmiah.” *JURNAL ILMIAH NUSANTARA* 1, no. 6 (8 November 2024): 262–70. <https://doi.org/10.61722/jinu.v1i6.2809>.

- Miṣrī, Ṭanṭāwī al-Jawharī al-. *al-Jawāhir fī Tafsīr al-Qurʾān*. 2 ed. Vol. 8. Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyyah, 1437.
- Muṣṭafā, Ibrāhīm, Aḥmad Ḥasan al-Ziyād, Ḥāmid ʿAbd al-Qādir, dan Muḥammad ʿAlī al-Najjār. *al-Muʿjam al-Wasīṭ*. Vol. 1. n.p.: Dār al-Fikr, n.d.
- Mustaqīm, Abdul. *Aliran-Aliran Tafsir*. Yogyakarta: Kreasi Wacana, 2005.
- N, Restu. “Siklus Nitrogen: Pengertian, Peran, Fungsi, dan Contohnya.” Diakses 24 Maret 2025. <https://www.gramedia.com/literasi/siklus-nitrogen/>.
- Najjar, Zaghlul an-. *Sains dalam Hadis: Mengungkap Fakta Ilmiah dari Kemukjizatan Hadis Nabi*. Diterjemahkan oleh Zainal Abidin, Syakirun Niʿman, M. Lukman, dan A. Zidni Ilham Faylasifa. Jakarta: Amzah, 2011.
- “Nitrogen | Key Nutrients | Mosaic Crop Nutrition.” Diakses 24 Maret 2025. <https://www.croptonutrition.com/nutrient-management/nitrogen/>.
- Permana, Indra, Opi Anggoro, Didi Carsidi, Syamsu Alam, Nani Kittihahaloho, Yonce M. Killa, Wa Ode Asryanti Wida, dkk. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Disunting oleh Diana Purnama Sari. Padang: Get Press Indonesia, 2022.
- Purwantari, N.D. “Penambatan Nitrogen Secara Biologis: Perspektif dan Keterbatasannya.” *WARTAZOA : Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia* 18, no. 1 (2008): 9–17.
- Quthb, Sayyid. *Tafsir fī Zhilalil Qurʾan di bawah Naungan Al-Qurʾan*. Diterjemahkan oleh Asʿad Yasin, Abdul Hayyie al Kattani, Idris Abdul Shomad, dan Harjani Hefni. 1 ed. Vol. 9. Jakarta: Gema Insani Press, 2004.
- Rahman, Fawait Syaiful. “KONTEKSTUALISASI KONSEP JODOH, SAKINAH, MAWADAH, WARAHMAH DALAM AL-QURʾAN.” *Tafaqquh: Jurnal Penelitian Dan Kajian Keislaman* 8, no. 2 (1 Desember 2020): 197–214. <https://doi.org/10.52431/tafaqquh.v8i2.331>.
- Rāzī, Fakhr al-Dīn al-. *al-Tafsīr al-Kabīr*. 1 ed. Vol. 25. Beirut: Dār al-Fikr, 1401.

- Rohmah, Lailatur, dan Asnawan Asnawan. “Farid Esack; Hermeneutics of Liberation of the Quran and Education.” *Ushuly: Jurnal Ilmu Ushuluddin* 3, no. 1 (20 Januari 2024): 55–70. <https://doi.org/10.52431/ushuly.v3i1.2622>.
- Şābūnī, Muḥammad ‘Alī al-Şābūnī al-. *Şafwat al-Tafāsīr*. Vol. 2. Jakarta: Dār al-Kutub al-Islāmiyyah, t.t.
- Sapalina, Fadilla, Eko Novianti Ginting, dan Fandi Hidayat. “BAKTERI PENAMBAT NITROGEN SEBAGAI AGEN BIOFERTILIZER.” *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 27, no. 1 (23 Februari 2022): 41–50. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.80>.
- Shihab, Muhammad Quraish. *Tafsir al-Mishbāh : Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur’an*. 4 ed. Vol. 11. Jakarta: Lentera Hati, 2005.
- Sukma, Debi. “Muatan I’jaz ‘Ilmi dalam Penafsiran Surah Ar-Rum Ayat 20-25: Kajian Tafsir Tahlili.” Skripsi, Fakultas Ushuluddin UIN Sultan Syarif Kasim, 2021.
- Thabarī, Abū Ja’far Muḥammad bin Jarīr ath-. *Tafsir ath-Thabari*. Disunting oleh Ahmad Abdurrazizq Al Bakri, Muḥammad Adil Muḥammad, Muḥammad Abdul Lathif Khalaf, dan Mahmud Mursi Abdul Hamid. Diterjemahkan oleh Ahsan Askan, Yusuf Hamdani, dan Abdush-Shamad. Vol. 20. Jakarta: Pustaka Azzam, 2009.
- Thpanorama - Jadikan diri Anda lebih baik hari ini! “Proses biotik dan abiotik fiksasi nitrogen / Biologi.” Diakses 24 Maret 2025. <https://id.thpanorama.com/articles/biologa/fijacin-de-nitrgeno-procesos-biticos-y-abiticos.html>.
- Vitousek, Peter M., Harold A. Mooney, Jane Lubchenco, dan Jerry M. Melillo. “Human Domination of Earth’s Ecosystems.” *Science* 277, no. 5325 (25 Juli 1997): 494–99. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>.
- Wada, Ryuichi, Y. Sadanaga, S. Kato, N. Katsumi, H. Okochi, Y. Iwamoto, K. Miura, dkk. “Ground-Based Observation of Lightning-Induced Nitrogen Oxides at a Mountaintop in Free Troposphere.” *Journal of Atmospheric Chemistry* 76, no. 2 (1 Juni 2019): 133–50. <https://doi.org/10.1007/s10874-019-09391-4>.

Widjajanto, Didik Wisnu. *Dinamika Nitrogen dalam Sistem Pertanian*. Semarang: Universitas Diponegoro Press, 2010.

Zed, Mestika. *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2014.